VISIT…

Я.И.ПЕРЕЛЬМАН

ДЛЯ ЮНЫХ ФИЗИКОВ

опыты и развлечения

Annotation

Вашему вниманию предлагается вторая книга из составленной нами серии некогда широко известных произведений популяризатора науки и педагога Перельмана Я. И. Первой в серии стала книга «Для юных математиков. Веселые задачи».

Работа «Для юных физиков. Опыты и развлечения» предназначена совсем юным исследователям природы. По словам Перельмана Я. И., «…то, что может почерпнуть из нее читатель – еще не физика, а только преддверие к ней».

Книга, которую Вы держите в руках, поможет расширить кругозор ребенка, позволит обогатиться новыми знаниями о природе и пробудит умение творчески мыслить. Здесь представлены легкие для выполнения опыты, которые можно проделать с окружающими нас предметами. Забавные истории, увлекательные задачи, парадоксальные сопоставления помогут привить интерес к познанию окружающего мира.

Материал написан в жанре занимательной науки, содержит кладезь полезных теоретических и практических знаний и предназначена для учащихся средней школы и их родителей, для учителей и всех тех, кто сохранил в себе способность удивляться окружающему нас миру.

В книге представлены еще две работы автора: «Не верь своим глазам!» и «Развлечение со спичками».

- Яков Исидорович Перельман
- Предисловие
- ДЛЯ ЮНЫХ ФИЗИКОВ Опыты и развлечения
- 1. Искуснее Колумба
- 2. Центробежная сила
- 3. Пятнадцать вертушек
- 4. Удар
- 5. Яйцо в стакане
- 6. Необычайная поломка
- 7. Наподобие подводной лодки
- 8. Бездонный стакан

- 9. Плавучая игла
- 10. Водолазный колокол
- 11. Тяжелая газета
- 12. Почему не выливается?
- 13. Сухим из воды
- 14. Парашют
- 15. Змея и бабочки
- 16. Лед в бутылке
- 17. Огонь с помощью льда
- 18. Прорезать лед, оставив его целым
- 19. Передача звука
- 20. Колокол
- 21. Измерить силу света
-
- 22. Вниз головой
- 23. Биение пульса
- 24. Обманы зрения. Что длиннее?
- 25. Вкривь и вкось
- 26. Вращающиеся круги
- 27. Перевернутая булавка
- 28. Странные портреты
- 29. Магнитная игла
- 30. Магнитный театр
- 31. Наэлектризованный гребень
- 32. Послушное яйцо
- 33. Притяжение жидкостей
- 34. Взаимодействие
- 35. Электрическое отталкивание
- 36. Наэлектризованная газета
- 37. Электрическая пляска
- 38. Громоотвод
- 39. Наэлектризованные мыльные пузыри
- 40. Одна из особенностей электричества
- НЕ ВЕРЬ СВОИМ ГЛАЗАМ!
- РАЗВЛЕЧЕНИЯ СО СПИЧКАМИ
- 1. Маленькая палата мер
- 2. Спичечные задачи

- 3. Спичечные игры
- 4. Немного арифметики на спичках
- 5. Немного геометрии на спичках
- 6. Немного физики на спичках
- 7. Игрушки из спичек
- 8. «Рисование» спичками
- Яков Перельман: штрихи к портрету

Яков Исидорович Перельман
Для юных физиков. Опыты и развлечения

Предисловие

Эта книжечка предназначается для тех, о ком говорит ее заглавие: для юных физиков [1] . Конечно, то, что может почерпнуть из нее читатель – еще не физика, а только преддверие к ней. Сознательно выполняя описанные здесь простейшие опыты, юный исследователь природы обогащается лишь новыми для него фактами и наблюдениями, запас которых понадобится ему впоследствии, при систематическом изучении физики.

Все опыты, о которых рассказано в книжечке, выбраны из числа наиболее легких для выполнения; они проделываются при помощи обиходных предметов, почти не требуя даже их обработки. Многие из этих опытов послужили некогда для меня самого «вратами учености» в области физики; я проделал их в детстве, и они у меня хорошо удавались, хотя я не обладал ни способностью мастерить, ни талантом экспериментировать. Не сомневаюсь поэтому, что они будут успешно выполнены и юными читателями этой книжечки.

Значительная часть описанных здесь опытов придумана остроумными Томом Титом (псевдоним французского писателя для юношества Артура Гуда) и Гастоном Тиссандье, давно прославившимися своим искусством изобретать легко выполнимые и занимательные опыты.

Много поработал для настоящей книжечки и художник Ю. Д. Скалдин, который изготовил, под моим наблюдением, почти все ее иллюстрации.

Январь, 1924 г. *Я. П.*

Наставление Тиндаля

«Ловкость в производстве опытов не дается сама собою; она приобретается только трудом. Когда вы учитесь танцовать, ваши первые движения неуклюжи, и только путем упражнения научаетесь вы танцовать. Таков же и единственный путь научиться производить опыты. Поэтому не следует смущаться своею неловкостью на первых порах; повторяя и повторяя то же дело, вы скоро справитесь с ним и приобретете недостававшие вам навык и ловкость.

Идя таким путем, вы вступите в прямое сношение с природой; вы

будете размышлять не о том, что прочитали в книгах, а о том, что говорит вам сама природа. Мысли, порожденные этим источником, отличаются удивительною живостью, какой не может им дать одно лишь книжное знание».

Джон Тиндаль. «Уроки по электричеству».

ДЛЯ ЮНЫХ ФИЗИКОВ Опыты и развлечения

1. Искуснее Колумба

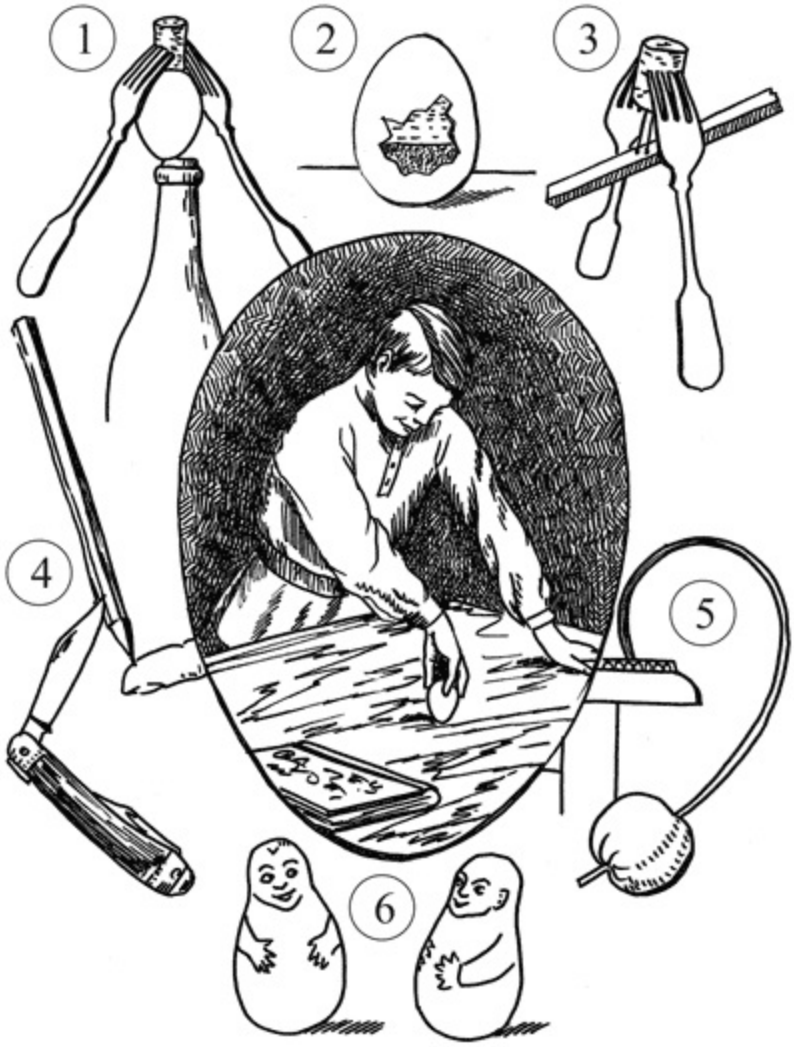
«Христофор Колумб был великий человек, – писал один школьник на экзамене, – он открыл Америку и поставил яйцо». Юному школьнику оба подвига казались одинаково достойными изумления. В противоположность этому юноше, американский юморист Марк Твен не видел ничего удивительного в том, что Колумб открыл Америку: «наоборот, было бы удивительно, если бы он не нашел ее на месте». В свою очередь, я позволяю себе думать, что нет ничего достойного изумления и во втором подвиге великого мореплавателя; способ Колумба заставлять яйца стоять не свидетельствует о его изобретательности: ведь он попросту вдавил скорлупу на конце яйца, т. е. изменил его форму. Задачи поставить яйцо, не меняя его формы, Колумб так и не разрешил.

Между тем это гораздо легче, чем открыть Америку. Могу указать вам здесь три способа: один – для вареных яиц, другой – для сырых и еще третий способ – для всяких. Они неоднократно испытаны и неизменно достигают цели.

Чтобы поставить вареное яйцо, достаточно закружить его пальцами одной руки или между ладонями рук, как кубарь [2] ; яйцо завертится стоймя и будет сохранять такое положение до тех пор, пока будет вертеться. После двух-трех проб опыт удается довольно легко.

Поставить сейчас указанным способом яйцо сырое нельзя; сырые яйца, как вы, вероятно, уже заметили, плохо вертятся – в этом состоит безошибочный способ отличить, не ломая скорлупы, вареное яйцо от сырого. Внутреннее, жидкое содержимое сырого яйца не увлекается в такое же быстрое вращение, как скорлупа, и как бы тормозит его. Приходится искать поэтому другой способ ставить яйца, и способ этот существует. Надо сильно взболтать яйцо несколько раз; при этом желток разрывает свою нежную оболочку и разливается внутри яйца. Если затем вы поставите яйцо на его тупой конец и подержите в таком положении некоторое время, то желток, более тяжелый, нежели белок, стечет вниз яйца и там соберется. Благодаря этому «центр тяжести» яйца опустится ниже, и яйцо приобретет большую устойчивость, нежели не подвергнутое такой обработке (см. черт. 2-й на прилагаемом

рисунке).



Наконец, третий способ поставить яйцо показан на черт. 1-м нашего рисунка. Яйцо ставят, например, на край бутылки, а на него помещают пробку с воткнутыми в нее двумя вилками. Вся эта «система» (как выразился бы физик) очень устойчива и сохраняет равновесие даже при осторожном наклонении бутылки. Но почему же пробка и яйцо не падают? По той же причине, почему не падает карандаш, отвесно поставленный на палец, если в него воткнут перочинный нож (черт. 4): «центр тяжести системы лежит ниже точки опоры» – пояснил бы вам физик. Это значит, что та точка, к которой приложен вес «системы», расположена ниже того места, на которое она опирается. Вы можете испытать этот закон равновесия на многих примерах, соединяя разные предметы так, чтобы тяжелые части были ниже точки опоры (черт. 3, 5 и 6); предметы будут устойчиво держаться

в самых непривычных для глаза положениях.

Итак, в искусстве ставить яйца вы обладаете тремя преимуществами перед Колумбом. В деле же открытия новых материков у него пред вами всего одно преимущество: только то, что он открыл Америку.

2. Центробежная сила

Раскройте зонтик, уприте его концом в пол, закружите и бросьте внутрь мячик, скомканную бумагу, носовой платок – вообще какой-нибудь легкий и неломкий предмет. Вы убедитесь, что зонтик словно не желает принять подарка: мяч или бумажный ком сами выползут вверх до краев зонтика и полетят оттуда по прямой линии (см. черт. 1-й прилагаемого рисунка).

Силу, которая в этом опыте выбросила мяч, принято называть «центробежной силой». Она развивается всякий раз, когда тело движется по круговому пути, и есть, в сущности, не что иное, как один из случаев проявления «инерции» – стремления движущегося предмета сохранять направление и скорость совершаемого им движения.

С центробежной силой мы встречаемся гораздо чаще, чем сами подозреваем. Вы кружите вокруг руки камень, привязанный к бечевке: она натягивается и грозит разорваться – под действием центробежной силы. Старинное оружие для метания камней – праща – работает тою же силою (черт. 5). Центробежная сила разрывает жернов, если он заверчен слишком быстро или если он недостаточно прочен. Она же помогает вам, если вы достаточно ловки, выполнить фокус со стаканом, из которого вода не выливается (черт. 4), хотя он опрокинут вверх дном: для этого нужно только быстро взмахнуть стаканом над головой, описав круг. Центробежная сила помогает велосипедисту в цирке описывать головокружительную «чертову петлю» (черт. 3). Она же отделяет сливки от молока в сепараторах (так называемых центробежных), она извлекает мед из сотов, сушит белье, освобождая его от воды в особых центробежных сушильнях, и т. д.

Когда трамвайный вагон описывает кривую часть пути, – например, при повороте из одной улицы в другую, – то пассажиры непосредственно на себе ощущают центробежную силу, которая прижимает их по направлению к внешней стенке вагона. При достаточной скорости движения весь вагон мог бы быть опрокинут этой силой, если бы при прокладке пути наружный рельс не был предусмотрительно уложен выше внутреннего; благодаря этому вагон на повороте слегка наклоняется внутрь. Это звучит довольно необычайно: покосившийся набок вагон оказывается устойчивее, чем стоящий прямо!

Маленький опыт поможет вам уяснить себе, как это происходит. Сверните картонный лист в виде широкого раструба, – или же возьмите, если в доме найдется, миску со стенками конической формы; особенно

пригодится для нашей цели конический колпак – стеклянный или жестяной – от электрической лампы. Вооружившись одним из этих предметов, пустите по нему монету, небольшой металлический кружочек или колечко: они будут описывать круги по дну посуды, заметно наклоняясь при этом внутрь (см. рис. на стр. 9-й). По мере того, как кружок или колечко будут замедлять свое движение, они будут описывать все меньшие круги, приближаясь к центру посуды. Но вам ничего не стоит легким поворотом посуды заставить кружок снова катиться быстрее – и тогда он удаляется от центра, описывая все большие круги. Если он разгонится очень сильно, то может и совсем выкатиться из посуды.

Для велосипедных состязаний на так называемом велодроме устраиваются особые круговые дорожки, – и вы можете видеть, что дорожки эти, особенно на внутренних кругах (малого радиуса), устроены с заметным уклоном к центру. Велосипед кружится по ним в сильно наклоненном положении, – как кружок в вашей чашке, – и он не только не опрокидывается, но, напротив, именно в таком положении приобретает особенную устойчивость. В цирках велосипедисты изумляют публику тем, что описывают круги по круто наклоненному настилу (черт. 7); вы понимаете теперь, что в этом нет ничего необычайного: велосипедист наклоняется по той же причине, по какой наклоняется на крутом повороте и всадник (черт. 6). Наоборот, было бы трудным искусством для велосипедиста так кружиться по ровной, горизонтальной дорожке.

3. Пятнадцать вертушек

На двух таблицах, помещенных на стр. 16 и 17, вы видите всевозможные вертушки, изготовленные на 15 различных ладов. Они дадут вам возможность проделать целый ряд забавных и поучительных опытов. Изготовление же их не потребует от вас особого искусства, – вы можете сделать их сами без посторонней помощи и каких-либо расходов.

Рассмотрим по порядку, как эти вертушки устроены.

1. Если в ваши руки попадет костяная пуговица с пятью дырочками – вроде той, которая изображена на наших таблицах под номером 1, – то ничего нет легче, как превратить ее в юлу. Через среднюю дырочку – она-то нам только и нужна – вы протыкаете туго спичку с заостренным концом, и юла готова (черт. 2). Она будет вертеться не только на заостренном, но и на тупом конце своей оси: для этого нужно закружить ее, как обычно делается, держа ее ось между пальцами, обратив вверх тупым концом; но потом проворно переворачивают и роняют юлу на этот тупой конец, – она будет на нем вертеться, описывая затейливые завитки (см. черт. 3).

2. Можно обойтись и без пуговицы с дырочкой посередине, тем более, что такие пуговицы редки, особенно крупные. Пробка же всегда имеется под рукой: срежьте от нее кружок, проткните спичкой, – и вы имеете вертушку (см. черт. 4).

3. На черт. 6-м вы видете довольно необычайную юлу – грецкий орех, который вертится на своем остром выступе. Чтобы превратить подходящий орех в юлу, достаточно только загнать в него с притупленного конца спичку, за которую потом и закручивать.

4. Еще лучше раздобыть плоскую и широкую пробку (от горчичных баночек и т. п. стеклянной посуды). Накалите железную проволоку или вязальную спицу и прожгите ею вдоль оси пробки канальчик для спички. Такая юла (черт. 5) вертится долго и устойчиво.

5. Возможно ли заставить булавку свободно стоять, опираясь на свою головку? Как будто невозможно. Но вы смело можете биться об заклад, что сделаете это. И действительно: пробочный кружок, надетый на булавку (черт. 7), превращает ее в ось юлы, которая может не только

стоять отвесно, но и кружиться в наклонном положении. Пробочный кружок, если хотите, можете заменить шариком из хлебного мякиша: такой кубарь, несмотря на простоту своего устройства, достаточно устойчив (черт. 8).

6. Очень своеобразная вертушка изображена на рис. 9-м: круглая аптечная коробочка от пилюль, проткнутая заостренной спичкой. Чтобы коробочка прочно держалась на спичке, не скользя вдоль нее, нужно залить отверстия сургучом.

7. Не думайте, что для вертушек годятся только круглые предметы: на рис. 10-м вы видите устойчивую юлу, изготовленную из игральной карты. Найти среднюю точку, через которую надо провести спичку, не трудно: она лежит там, где пересекаются прямые линии, соединяющие противоположные углы карты. И здесь понадобится помощь сургуча: одна его капля закрепит карту на оси.

8. Вообще, вид и форма юлы могут быть разнообразны до бесконечности. На рис. 11-м изображена юла, целиком вылепленная из хлебного мякиша: когда она немного затвердеет, ее легко будет заставить вертеться, особенно на гладкой поверхности, – например на тарелке.

9. На рис. 12-м вы видите юлу, пробочное тело которой имеет форму кубика (в виде игральной кости). Вырезав такой кубик из пробки, надо, ради изящества, отшлифовать его бока стеклянной бумагой – «шкуркой» [3] , а канал для спички аккуратно прожечь раскаленной проволокой.

10. Очень поучительная юла изображена на рис. 13. К окружности ее картонного кружка привязаны на ниточках круглые пуговочки (от ботинок). Когда юла вертится, пуговицы отбрасываются вдоль радиусов кружка, туго натягивая нити и наглядно обнаруживая действие уже знакомой вам «центробежной» силы.

11. То же, но на иной манер, показывает вертушка, которая обозначена на нашей таблице номером 14-м. Здесь в пробочный кружок юлы воткнуты булавки с нанизанными на них разноцветными бусинками, которые могут свободно скользить по булавке. При вращении юлы бусинки отгоняются «центробежною силою» к головкам булавок. Если вращающаяся юла хорошо освещена, то булавочные стержни сливаются в одну серебряную ленту, которая окаймляется пестрым кругом из сливающихся бусин. Чтобы дольше любоваться этой

юлой, нужно пускать ее на гладкой тарелке.

12. Цветная юла. Изготовить ее немного хлопотливо, но она вполне вознаграждает за затраченный труд, обнаруживая удивительные свойства. Выньте донышко из круглой аптечной коробочки и проткните его заостренным концом ненужной вставочки, зажав, для прочности, между двумя пробочными кружочками. Теперь разделите картонный кружок на одинаковые части прямыми линиями, идущими от середины к краям, как делят круглый торт, и полученные доли – математик сказал бы: «секторы» – закрасьте попеременно в желтый и синий цвет (черт. 17 – на темное кольцо пока не обращайте внимания). Что вы увидите, когда юла завертится? Кружок будет казаться не синим и не желтым, а – зеленым! Синий и желтый цвет, сливаясь в нашем глазу, дали новый цвет, зеленый.

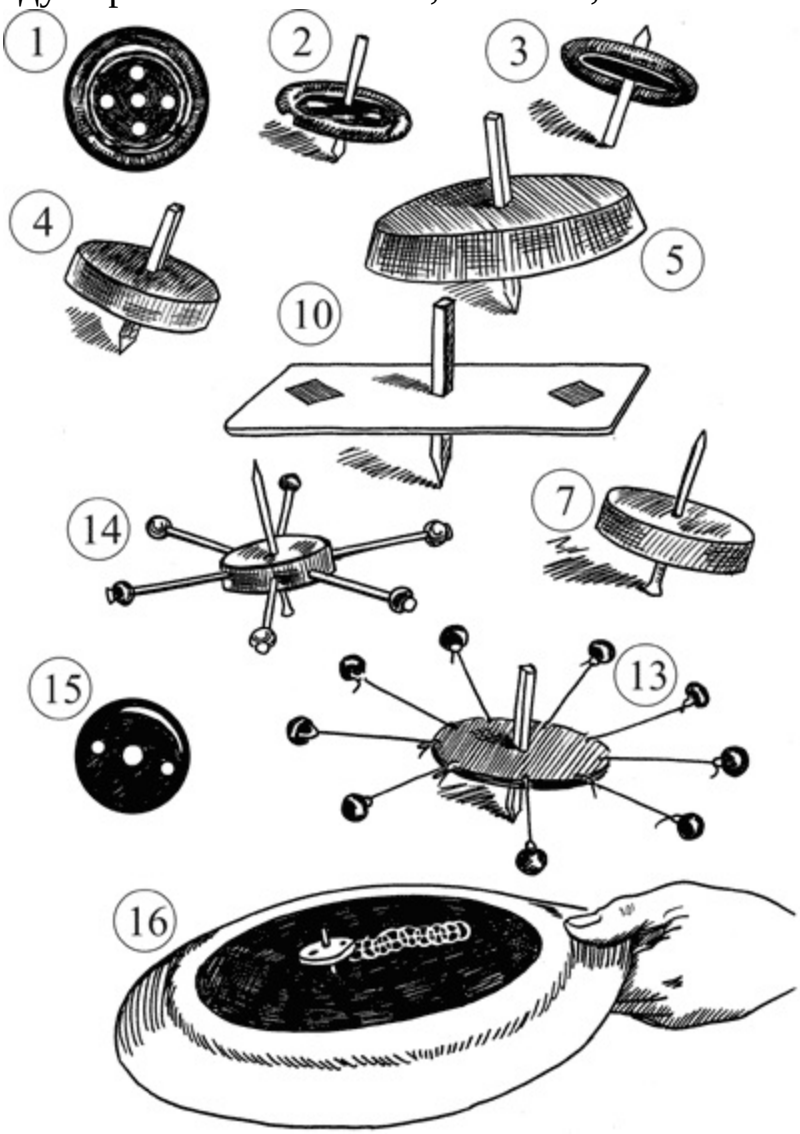
Вы можете продолжить ваши опыты над «смешением цветов». Заготовьте кружок, «секторы» которого окрашены попеременно в голубой и оранжевый цвета. На этот раз кружок при вращении будет белый (вернее – серый, тем более светлый, чем чище ваши краски). В физике такие два цвета, которые при смешении дают белый, называются «дополнительными». Наша вертушка показала нам, следовательно, что голубой и оранжевый цвета – дополнительные.

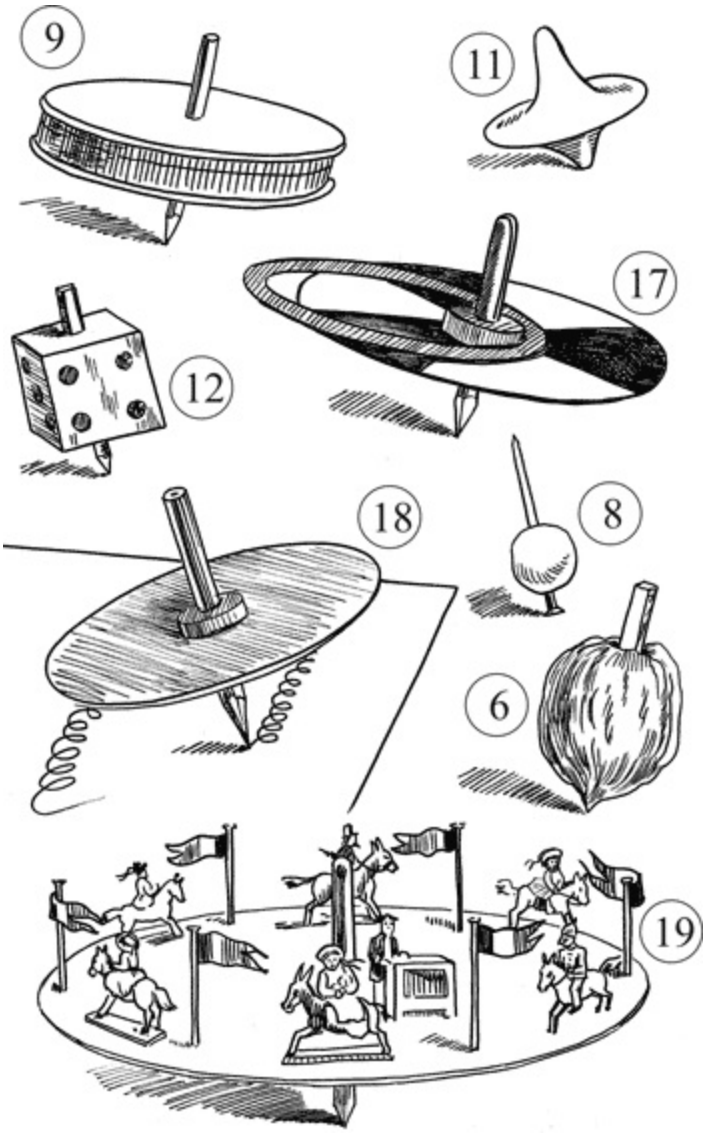
Если у вас имеется хороший подбор красок, вы можете отважиться повторить опыт, впервые проделанный двести лет назад знаменитым английским ученым Ньютоном. А именно: раскрасьте секторы кружка семью цветами радуги – в фиолетовый, синий, голубой, зеленый, желтый, оранжевый, красный; при вращении все семь цветов должны слиться в белый (серовато-белый) цвет. Этот опыт поможет вам понять, что каждый луч белого солнечного света слагается из многих цветных лучей.

Видоизменение наших опытов с цветной юлой состоит в следующем: когда юла уже вертится, накиньте на нее бумажное кольцо (черт. 17) – кружок сразу изменит свой цвет.

13. Пишущая юла. Устройте юлу, как сейчас было рассказано, но только осью ее пусть будет не заостренный обрезок вставочки, а очинённый мягкий карандаш. Заставьте такую юлу вертеться на картонном листе, положенном немного наклонно. Юла будет, вращаясь, постепенно спускаться по наклонному картону, рисуя карандашом завитки. Их легко сосчитать, и так как каждый завиток образуется при

одном обороте юлы, то, следя за ее вращением с часами в руках [4] , нетрудно будет определить, сколько раз оборачивается юла каждую секунду. Просто глазом этого, конечно, сосчитать невозможно.





14. Другой вид пишущей юлы изображен на нашей таблице под номером 16-м. Чтобы ее изготовить, нужно добыть свинцовый кружок из тех, которые подшиваются портнихами к краям жакета, чтобы они оттягивали полы. В центре кружка нужно просверлить острием ножниц дырочку (свинец мягок, и сверлить его легко), а по обе стороны ее еще по дырочке, – как показано на рис. 15-м. Через среднюю дырочку надевают кружок на заостренную палочку, а через одну из боковых дырочек продевают отрезок конского волоса так, чтобы он высовывался вниз чуть больше оси юлы; в таком положении волос закрепляют обломком спички. Третья дырочка оставляется неиспользованной; мы просверлили ее только для того, чтобы свинцовый кружок по обе стороны оси имел совершенно одинаковый вес, – иначе юла не будет плавно и устойчиво вращаться. Теперь пишущая юла готова, но для

опытов с нею нам нужно заготовить закопченную тарелку; подержав ее донышко близ пламени керосиновой лампы или свечки до тех пор, пока поверхность не покроется ровным слоем густой копоти, пускаем юлу по этой закопченной поверхности. Она будет, вращаясь, скользить по ней, а конский волос тем временем начертит белым по черному запутанный, но красивый узор.

15. Юлу – карусель, которую вы видите на черт. 19-м, сделать гораздо легче, чем кажется с первого взгляда. Кружок и осевой стержень здесь такие же, как в знакомой уже нам цветной юле (черт. 17). В кружок втыкают булавочки с флажками, располагая их симметрично около оси, и приклеивают крошечных бумажных лошадок с всадниками: маленькая карусель, для увеселения вашего юного братика или сестренки, готова.

Со временем вы узнаете гораздо более удивительные вещи про юлу или волчок; а пока запасайтесь наблюдениями над ними, отложив серьезное ознакомление с их свойствами до того времени, когда вы будете изучать две полезнейшие и интереснейшие науки – физику и механику.

4. Удар

Сталкиваются ли между собою две лодки, два трамвайных вагона или два крокетных шара; есть ли это несчастный случай или только очередной ход в игре, – физик обозначает происшествие одним коротким словом: удар. Удар длится краткий миг, но если ударяющиеся предметы, как обычно и бывает, упруги, – то в это быстрое мгновение успевает совершиться весьма многое. Физик различает три периода в каждом упругом ударе. В первом периоде удара оба столкнувшихся предмета сжимают друг друга в месте их соприкосновения. Во втором периоде взаимное сжатие достигает наибольшей степени; упругое противодействие, возникшее в ответ на сжатие, мешает дальнейшему сжатию, уравновешивая надавливающую силу. В третий период удара упругие силы противодействия, стремясь восстановить форму тела, измененную в течение первого периода, расталкивают предметы в

противоположные стороны; ударяющий предмет как бы полностью получает свой удар обратно. И мы действительно наблюдаем, что если, например, крокетный шар ударяет в другой, неподвижный, одинакового веса, то вследствие этого обратного удара налетевший шар останавливается на месте, а шар, бывший неподвижным, откатывается со скоростью первого шара.

Очень интересно следить за тем, что происходит, когда шар налетает на целую цепь соприкасающихся шаров, выставленных прямой шеренгой. Удар, полученный крайним шаром, как бы проносится через цепь; но все шары остаются неподвижно на своих местах, и только крайний шар, самый отдаленный от места удара, стремительно отлетает в сторону.

Этот опыт можно проделать с крокетными шарами, еще он хорошо удается и с шашками или с монетами. Расположите шашки в прямой ряд – можете и очень длинный, и непременно так, чтобы они примыкали вплотную одна к другой; придержав пальцем крайнюю шашку, ударьте по ее ребру деревянной линейкой (см. рисунок): с другого конца отлетит крайняя шашка, но все промежуточные шашки сохранят свои места.

5. Яйцо в стакане

Клоуны в цирках часто изумляют публику тем, что сдергивают скатерть с накрытого стола, но вся столовая посуда – тарелки, стаканы, бутылки – невредимо остается на своих местах. Здесь нет ни чуда, ни обмана, – это дело ловкости, которая изощряется продолжительным упражнением.

Такого проворства рук вам, конечно, не достичь, – но проделать подобный же опыт в маленьком виде совсем не трудно. Приготовьте на столе стакан, до половины налитый водой, и почтовую карточку (еще лучше – половину ее); далее, попросите у старших ссудить вам для опыта широкое (мужское) обручальное кольцо и запасите яйцо, сваренное вкрутую, ради спокойствия хозяйки дома. Располагаете вы эти четыре предмета так: стакан с водой покрываете карточкой, на нее кладете кольцо, на которое опирается стоймя яйцо. Можно ли выдернуть карточку так, чтобы яйцо не покатилось на стол?

На первый взгляд это так же немыслимо, как выдернуть скатерть, не уронив расставленной на ней посуды. Но вы осуществляете эту кажущуюся невозможность одним удачным щелчком по краю карточки:

карточка вышибается и летит на другой конец комнаты, а яйцо… яйцо вместе с кольцом оказываются невредимы в стакане с водой, которая смягчает удар и охраняет скорлупу от поломки.

Достигнув надлежащей ловкости, можно рискнуть проделать этот опыт и с сырым яйцом.

Физическая причина этого маленького чуда кроется в том, что, вследствие кратковременного удара, яйцо не успевает получить от вышибаемой карточки сколько-нибудь заметной скорости, между тем как сама карточка, непосредственно получившая удар, успевает выскользнуть; оставшись без опоры, яйцо падает по отвесному направлению в подставленный стакан.

На том же основан и следующий, еще более интересный опыт.

6. Необычайная поломка

Странствующие фокусники выполняют нередко очень красивый опыт, который кажется удивительным и необычайным, хотя довольно просто объясняется законами физики. На двух бумажных кольцах подвешивается довольно длинная палка; она опирается на них своими концами, сами же кольца перекинуты: одно – через лезвее бритвы, другое – через хрупкую курительную трубку (черт. 4). Фокусник берет другую палку и со всего размаха ударяет ею по первой. Лежащая палка ломается, а бумажные кольца… остаются невредимы!

Объяснение этого опыта то же, что и предыдущего: удар настолько краток, что не только бумажные кольца, но даже и концы ударяемой палки не успевают получить никакого перемещения; движется только та часть палки, которая непосредственно подвергалась удару, и палка переламывается. Секрет успеха, следовательно, в том, чтобы удар был быстр, отрывист. Удар медленный, вялый не переломит палки, а разорвет бумажные кольца.

Большие мастера среди фокусников ухитряются даже переламывать палку, опирающуюся на края двух тонких стаканов – и стекло остается неповрежденным.

Вам придется примириться с более скромным видоизменением того же опыта. Положите на край низкого стола или скамейки два карандаша так, чтобы часть их свободно выступала, и на эти свободные концы положите тонкую и длинную палочку. Сильный и быстрый удар линейкой по середине лежащей палочки переломит ее пополам, – но карандаши, на которые она опиралась концами, останутся на прежних местах.

Опыт этого рода объясняет вам, почему орех невозможно расколоть плавным, хотя и сильным давлением ладони, но очень легко раздробить сильным ударом кулака (черт. 2): в последнем случае удар не успевает распространиться по мясистой части кулака, и мягкие мускулы наши, не уступая напору ореха, действуют на него, как твердое тело.

По той же причине пуля пробивает в окне маленькую круглую дырочку, а брошенный рукой камешек, менее стремительно летящий, разбивает в осколки все стекло (черт. 3); еще более медленный толчок сможет повернуть оконную раму в петлях, чего ни пуля, ни камень сделать не могут.

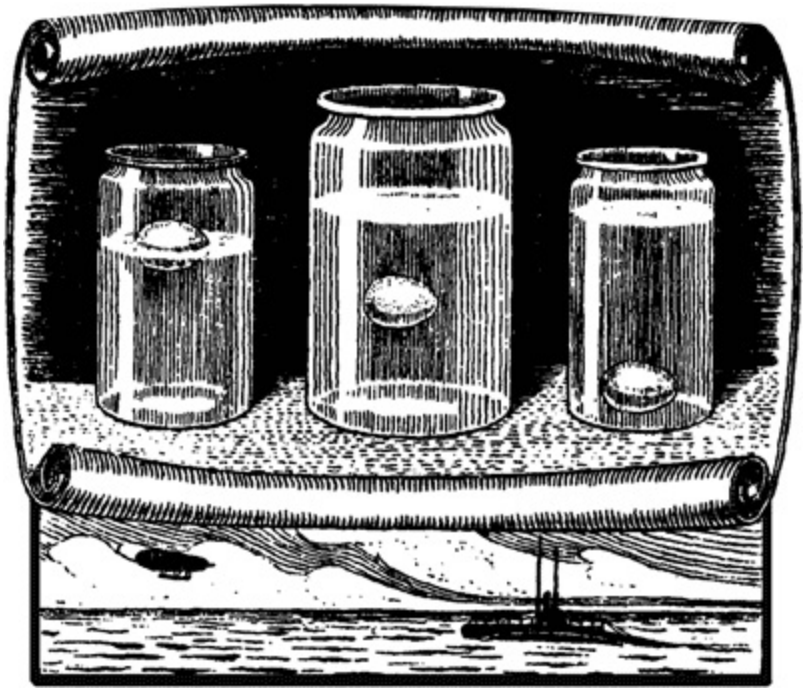
Наконец, еще пример такого же явления представляет перерезывание стебля ударом прута (черт. 1). Напирая медленно прутом, хотя бы и с большой силой, вы стебля не перережете и только

отклоните в сторону; ударив же с размаха, вы перережете его наверняка, если только, конечно, стебель не слишком толст. И здесь, как в предыдущих случаях, быстротой движения прута достигается то, что удар не успевает передаться всему стеблю и сосредоточивается только на небольшом, непосредственно затронутом участке, который и принимает на себя все последствия удара.

7. Наподобие подводной лодки

Свежее яйцо в воде тонет – это знает каждая опытная хозяйка и, когда желает убедиться, свежи ли яйца, испытывает их именно таким образом. Физик выводит из этого наблюдения то, что свежее яйцо весит больше, чем такой же объем чистой воды. Прибавляю: «чистой» потому, что нечистая – например соленая – вода весит больше. Можно приготовить такой густой раствор соли в воде, что яйцо будет легче вытесняемого им рассола, и тогда – по физическому закону плавания, открытому еще в древности знаменитым Архимедом – самое свежее яйцо будет в такой воде всплывать. Вы можете сыграть коварную шутку с хозяйкой, испугав ее тем, что вся сейчас купленная ею партия яиц нехороша: яйца всплывают в воде! (Разумеется, вы скроете от нее, что вода у вас соленая.)

Но лучше используйте ваши познания для следующего поучительного опыта, при котором вы заставите яйцо ни тонуть, ни всплывать, а, так сказать, висеть внутри жидкости; физик назвал бы такое состояние яйца «взвешенным». Для этого вы должны приготовить такой раствор соли в воде, чтобы погруженное в него яйцо вытесняло ровно столько рассола, сколько оно само весит. Получить подобный раствор можно только рядом проб, то немного подливая воды – если яйцо всплывает, то немного прибавляя более крепкого рассола – если яйцо тонет. При некотором терпении вы всегда найдете, наконец, требуемую крепость рассола, в котором погруженное яйцо не всплывает и не тонет, а остается неподвижным в том месте, куда его поместили.



В подобном состоянии находится подводная лодка. Она может держаться ниже уровня воды, не падая на дно, только тогда, когда весит ровно столько, сколько вытесняет воды. Чтобы придать ей как раз такой вес, экипаж лодки напускает внутрь ее, в особые вместилища, воду извне; когда же нужно подняться, воду выкачивают.

Дирижабль – не аэроплан, а именно дирижабль – плавает в воздухе на определенной высоте по той же самой причине: подобно яйцу в соленой воде, дирижабль вытесняет ровно столько пудов воздуха, сколько пудов он сам весит.

8. Бездонный стакан

Вы налили воды в стакан до самых краев. Больше не поместится ни одной капли. Что же будет, если в этот стакан с водой опустить булавку? Вода, скажете вы, должна перелиться через край. И уж, конечно, она перельется, если вздумаем опустить в полный стакан целую сотню булавок.

На деле же оказывается совсем не то, что вы ожидаете. Если осторожно, без сотрясений, опускать в наполненный водой стакан одну булавку за другой, то не только после десятой или после сотой, даже после двухсотой и трехсотой булавки вода не перельется за края стакана.

Как же это? Булавки разве не занимают никакого объема и не вытесняют воды? Конечно, они ее вытесняют. Так куда же она в таком случае девается? Не бездонный же у нас, в самом деле, стакан! Вы найдете разгадку, если внимательно всмотритесь в свободную поверхность воды вашего стакана. До опыта она была плоская, теперь же заметно вздулась, – и это вздутие воды занимает объем, равный объему всех потонувших булавок, вместе взятых.

При некоторой осторожности можно стакан с водою густо наполнить доверху булавками, так что они будут даже торчать выше его краев, – а вода все-таки не будет переливаться, и только сильное вздутие ее поверхности покажет, что булавки тоже занимают место.

Картина получается для глаз удивительная: стакан воды и стакан булавок одновременно помещаются в одном стакане!

9. Плавучая игла

Можно ли заставить стальную иглу плавать на поверхности воды, как соломинку? Как будто бы невозможно: кусочек металла, хотя бы и самый маленький, должен непременно потонуть в воде. Так думают многие, и если вы думаете так же, то следующий опыт заставит вас переменить свое мнение.

Возьмите обыкновенную, только не слишком толстую швейную иголку, обмажьте ее слегка маслом или жиром и положите аккуратно на поверхность воды в ведерке или стакане. К вашему изумлению, игла не пойдет ко дну, а будет держаться на поверхности, наглядно опровергая всеобщую уверенность в том, что игла не может плавать.

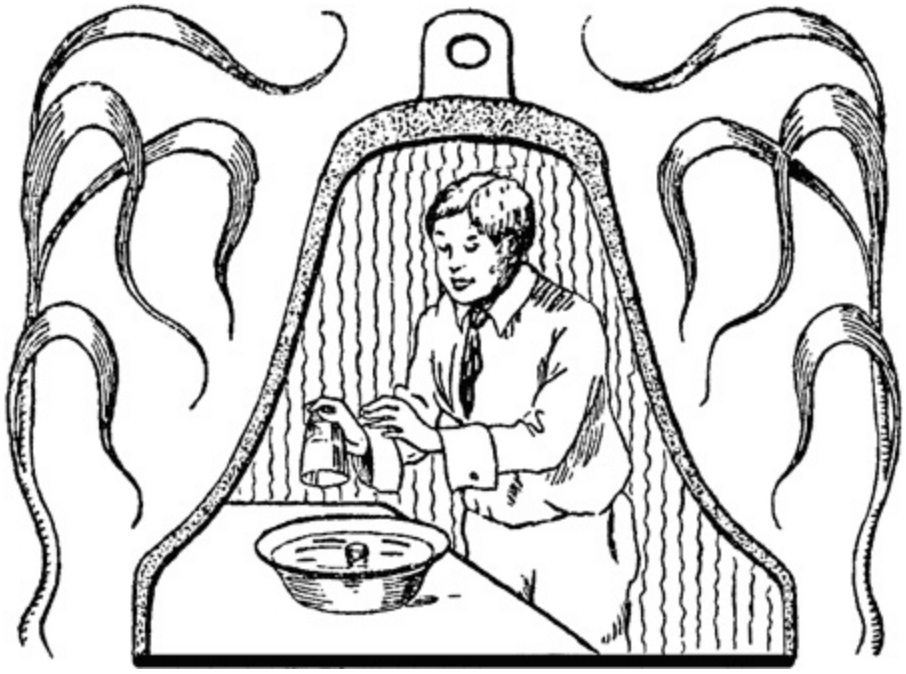
Почему же, однако, она не тонет? Ведь сталь все-таки тяжелее воды? Безусловно, в 7–8 раз тяжелее, и, чтобы плавать, игла должна, по физическому закону плавания, вытеснять воды во столько же раз больше объемом, чем сама занимает. В нашем случае так и есть: если вы внимательно рассмотрите поверхность воды возле вашей плавающей иглы, то увидите, что близ нее вода образует вогнутость, небольшую долину, на дне которой и лежит игла (как показано в разрезе на рисунке в левом нижнем углу рисунка). Изгибается же водная поверхность возле нашей иглы потому, что игла, покрытая тонким слоем жира, не смачивается водой. Вы заметили, вероятно, что когда у вас руки жирные, то вода, налитая на них, оставляет кожу сухой, т. е. не смачивает ее. Перья гуся и всех вообще плавающих птиц всегда покрыты жиром, выделяемым особой железой; вот почему вода не пристает к ним («что с гуся вода»). Оттого-то без мыла – которое растворяет слой жира и удаляет его с кожи, – нельзя вымыть жирных рук даже и горячей содой. Жирная иголка тоже не смачивается водой и потому оказывается на дне водяной лощинки, объем которой настолько превышает объем иглы, что она поддерживается выталкивающей силой жидкости, как стальной дредноут на океане.

Так как руки наши всегда немного жирны, то и без намеренного обмазывания жиром игла в наших руках тоже покрыта тонким слоем его. Поэтому можно заставить иглу плавать, и не покрывая ее специально жиром, – надо только изловчиться очень осторожно положить ее на воду. Это можно сделать так: положить иглу на лоскуток папиросной бумаги, а затем, постепенно отгибая вниз края лоскутка другой иглой, погрузить всю бумажку под воду. Лоскуток упадет на дно, а игла останется на поверхности.

Если теперь вам случится наблюдать насекомое водомерку, шагающую по воде «яко по суху» (см. рис. на стр. 32, внизу), то вы уже не будете поставлены в тупик этим фактом, а догадаетесь, что лапки насекомого покрыты жиром и оттого не смачиваются водой. Шесть

лапок водомерки, вместе взятые, вытесняют, благодаря этому, такой объем воды, который весит столько, сколько само насекомое, и тогда оно поддерживается на поверхности по мере движения.

10. Водолазный колокол



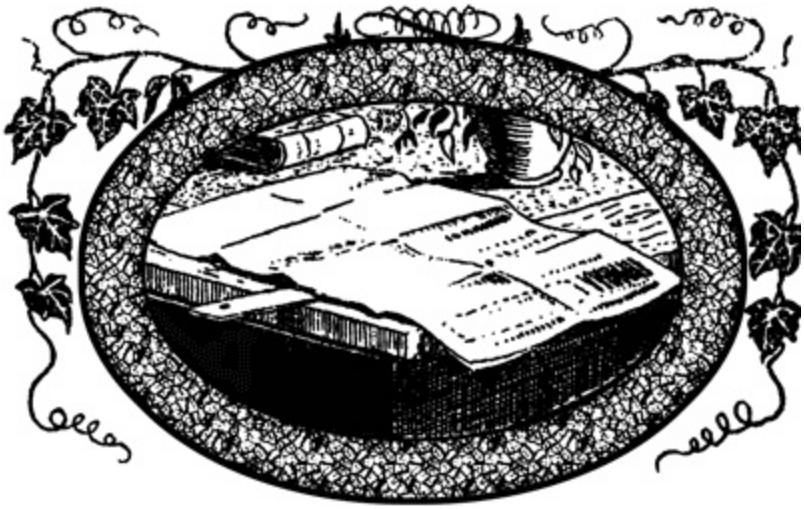
Для этого опыта годится обыкновенный умывальный таз, а если вы сможете получить глубокую и широкую банку, то опыт проделать еще удобнее. Кроме того, нужен высокий стакан или большой бокал – это и будет ваш «водолазный колокол», в то время как таз с водой представит уменьшенное подобие моря или озера.

Едва ли есть опыт проще этого: вы поворачиваете стакан вверх дном, погружаете его на дно таза, продолжая придерживать стакан рукой (чтобы вода его не вытолкнула). При этом будет видно, что вода внутрь стакана почти не проникает: воздух не допускает ее. Это становится гораздо нагляднее, когда под вашим «колоколом» находится какой-нибудь легко намокающий предмет, – например, кусочек сахара: положите на воду пробковый кружок, на него – сахар, и прикройте сверху стаканом. Теперь смело опускайте стакан в воду. Сахар очутится ниже уровня воды, но останется сухим, потому что вода под стакан не проникает. Вы видите на этом простом опыте, что воздух не есть «ничто», как мы привыкли думать; он занимает определенное место и неохотно уступает его другим вещам.

Этот опыт должен наглядно объяснить вам также, как могут люди находиться и работать под водой в водолазном колоколе или внутри тех

широких труб, которые называются «кессонами», и как они погружаются ниже уровня воды в реке или озере: вода не проникает внутрь их по той же причине, по какой не втекает она под стакан в нашем опыте.

11. Тяжелая газета



Тонкую узкую дощечку длиною в руку или старую, ненужную чертежную линейку положите на стол так, чтобы половина ее свободно выступала за край. Стоит подуть на этот выступающий конец – и линейка падает. Показав вашим гостям, как легко линейку опрокинуть, предложите им сделать это ударом кулака по выступающему концу, если остальная часть линейки прикрыта листом газетной бумаги. Много ли весу в газете? Между тем окажется, что ее присутствие совершенно меняет дело: самый сильный удар не сможет опрокинуть линейки, словно она прибита к столу гвоздями. Нужно только позаботиться о том, чтобы газета была распластана аккуратно, прилегала к столу и самый лист был достаточно велик.

Чем же объяснить такое действие газеты? Почему она становится настолько тяжелой, что скорее можно сломать линейку, чем ее приподнять?

Загадка объясняется тем, что здесь приходится преодолевать не только вес самой газеты, но главным образом – вес опирающегося на нее столба воздуха. При стремительном ударе прикрытый конец линейки поднимается так быстро, что успевает увлечь за собой только непосредственно прилегающие части газетного листа, края же его по-прежнему лежат на столе и мешают наружному воздуху заполнять образовавшуюся пустоту. При таких условиях давление воздуха на газету сверху не уравновешивается давлением его снизу, приходится

поднимать газету вместе с давящим на нее воздухом, – а это не под силу самому сильному человеку. Воздух давит с силою 16 фунтов на каждый квадратный дюйм поверхности [5] , и сколько квадратных дюймов газетной бумаги приподнимается при быстром ударе, столько раз по 16 фунтов приходится преодолеть. Не удивительно, что линейка гнется, ломается, – а газета остается на месте.

Для успеха опыта необходимы, повторяем, два условия: чтобы газета была аккуратно разложена на столе и чтобы удар был очень быстр.

12. Почему не выливается?

Описываемый далее опыт – один из самых легких для исполнения. Это первый физический опыт, который я проделал в дни моей юности. Наполните стакан водой, покройте его почтовой карточкой или бумажкой и, слегка придерживая карточку пальцами, переверните стакан вверх дном. Теперь можете руку убрать: бумажка не отпадет, вода не выльется, – если только бумажка в горизонтальном положении.

Вы думаете, бумажка просто прилипла к краям стакана? Нет; если проделаете тот же опыт с пустым стаканом, края которого смочены, то убедитесь, что бумажка держаться не будет. В вашем же опыте на нее еще давит сверху вес полного стакана воды, т. е. около полуфунта, и все-таки она держится.

В таком виде вы можете смело переносить стакан с места на место, даже, пожалуй, с большим удобством, чем при обычных условиях. При случае вам нетрудно будет изумить ваших знакомых, принеся – в ответ на просьбу дать напиться – воду в опрокинутом стакане…

Что же удерживает карточку от падения, преодолевая вес стоящей над ней воды? Давление воздуха: оно давит на карточку снаружи с силою, которая, как легко рассчитать, гораздо больше, чем полфунта [6] .

Это объяснение я узнал в школе от учителя. Он указал также на одно необходимое условие успешности опыта: вода должна наполнять стакан весь, от дна до краев. Если она занимает часть стакана, а остальное занято воздухом, то опыт не удастся: воздух внутри стакана будет давить на бумажку, уравновешивая давление наружного воздуха, и, следовательно, она должна отпасть.

Придя домой, я решил тотчас же проделать опыт с неполным стаканом, чтобы увидеть, как бумажка отпадет. Представьте же мое удивление, когда я увидел, что она и тогда не отпадает! Повторив опыт несколько раз, я убедился, что карточка держится так же хорошо, как и при полном стакане.

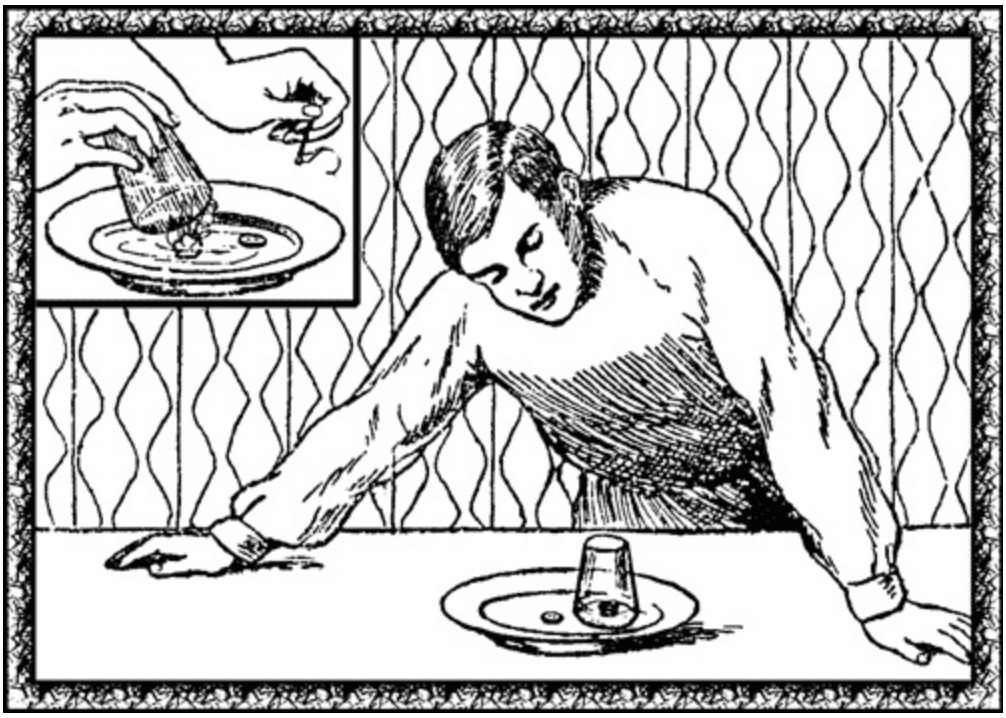
Это послужило для меня наглядным уроком того, как следует изучать явления природы. Высшим, непререкаемым судьей в естествознании должен быть опыт. Каждую теорию, какой бы ясной и правдоподобной она ни представлялась нашему уму, следует проверять опытом. «Поверяя и проверяя» – таково было правило первых исследователей природы (флорентийских академиков) в XVII веке, таков он и для физика XX века. И если при поверке теории окажется,

что опыт ее не подтверждает, то надо доискаться, в чем именно теория погрешает.

В нашем случае нетрудно найти ошибку в рассуждении, на первый взгляд таком убедительном и ясном. Отогнем осторожно один угол бумажки в тот момент, когда она закрывает отверстие опрокинутого стакана, только частью занятого водой. Мы увидим, что через воду пройдет воздушный пузырь. Что это показывает? Конечно, то, что воздух в стакане более разрежен, чем воздух снаружи: иначе наружный воздух не устремлялся бы в пространство над водой. В этом и вся разгадка: в стакане хотя и остается воздух, но меньшей плотности, чем наружный, и, следовательно, давящий слабее него. Очевидно, при опрокидывании стакана вода, опускаясь вниз, вытесняет из него часть воздуха; оставшаяся часть, распространяясь в прежнем объеме, разрежается и давит слабее.

Вы видите, что даже простейшие физические опыты, при внимательном к ним отношении, могут навести на серьезные размышления. Это те малые вещи, которые поучают великому.

13. Сухим из воды



Сейчас вы убедились, что воздух, окружающий нас со всех сторон, давит со значительной силой на все вещи, с которыми он соприкасается. Опыт, который мы собирается описать, еще нагляднее докажет вам существование этого, как физики говорят, «атмосферного давления».

Положите на плоскую тарелку металлическую пуговицу и налейте воды. Пуговица очутится под водой. Вынуть ее теперь голыми руками, не замочив пальцев и не выливая воды из тарелки, конечно, невозможно, – скажете вы. И ошибетесь, – потому что это вполне возможно.

Вот как надо это сделать. Зажгите внутри стакана бумажку и, когда воздух в стакане нагреется, опрокиньте его на тарелку рядом с пуговицей, но так, чтобы пуговица не очутилась под стаканом. Теперь смотрите, что будет. Ждать придется недолго. Бумага под стаканом, конечно, сразу погаснет, и воздух начнет в стакане остывать. По мере же его остывания вода будет как бы втягиваться стаканом, и вскоре вся соберется там, обнажив дно тарелки. Подождите минуту, чтобы пуговица обсохла – и берите ее, не замочив пальцев.

Понять причину этих явлений вам будет не трудно. Когда воздух в

стакане нагрелся, он расширился, как и все нагретые тела, и избыток его нового объема вышел из стакана. Когда же оставшийся воздух начал остывать, его уже стало недостаточно, чтобы в холодном состоянии оказывать прежнее давление, т. е. уравновешивать наружное давление атмосферы. Вода под стаканом теперь испытывает поэтому на каждый дюйм своей поверхности меньшее давление, чем вода в остальной, открытой части тарелки; не удивительно, что она вгоняется вся под стакан, втискиваемая туда избытком давления наружного воздуха. Следовательно, вода, в сущности, не «втягивается» стаканом, не засасывается им, как кажется при первом взгляде, а вдавливается под стакан извне.

Теперь, когда вам известна причина происходящих явлений, вы поймете также, что нет надобности для опыта пользоваться непременно горящей бумажкой или намоченной спиртом ваткой (как часто советуют) и вообще каким-либо пламенем: достаточно просто сполоснуть стакан кипятком или нагреть его возле теплой печки, – и опыт удается так же хорошо. Все дело в том, чтобы каким-нибудь способом нагреть воздух в стакане, а как именно это будет достигнуто – совершенно безразлично.

Легко, например, проделать тот же опыт в таком виде. Выпив горячего чая, опрокиньте стакан, пока он еще не остыл, над блюдцем, в которое вы налили немного чая – заранее, чтобы к моменту опыта он успел уже охладиться. Через две-три минуты весь чай из блюдца соберется под стакан, наглядно доказывая существование атмосферного давления.

14. Парашют

Приготовьте из листа папиросной бумаги круг поперечником в несколько ладоней и вырежьте посередине кружок шириною в несколько пальцев; к краям большого круга привяжите тонкие бечевки, продев их через дырочки; концы бечевок – они должны быть одинаковой длины – привяжите к какому-нибудь легкому грузику. Вот все устройство парашюта.

Чтобы испытать, на что годится ваш миниатюрный парашют, уроните его из окна высшего этажа грузиком вниз. Груз натянет бечевки, бумажный круг расправится, парашют плавно полетит вниз и мягко достигнет земли. Это – в безветреную погоду. А при ветре, даже слабом, ваш парашют будет подхвачен вверх, унесется прочь от дома и спустится где-нибудь далеко.

Чем больше «зонт» парашюта, тем больший груз вы сможете подвесить к нему (груз необходим, чтобы парашют не был перевернут), тем медленнее он будет падать в безветреную погоду и тем дольше будет он путешествовать по ветру.

Но почему парашют удерживается так долго в воздухе? Конечно, вы догадываетесь, что это воздух мешает парашюту падать; не будь при грузе привязанного к нему бумажного листа, груз стремительно упал бы на землю. Бумажный лист увеличивает поверхность падающей вещи, почти ничего не прибавляя к ее весу; а чем больше поверхность предмета, тем значительнее сопротивляется воздух его движению.

Если вы уяснили себе это, вы поймете, почему носятся в воздухе пылинки. Обычно говорят, что пыль плавает в воздухе потому, что она легче него. Это совершенно неверно! Что такое пылинки? Мелкие частицы камня, глины, металла, дерева, угля и т. п. Но все перечисленные материалы в сотни и тысячи раз тяжелее воздуха: камень – в 1500 раз, железо – в 6000 раз, дерево – в 300 раз, и т. п. Значит, пылинки нисколько не легче воздуха, они во много раз тяжелее него и никак не могут плавать в нем, как пробка в воде.

Всякая пылинка твердого или жидкого тела непременно должна падать в воздухе, «тонуть» в нем. Она и падает, но только падение ее происходит примерно так, как падает наш парашют. Дело в том, что у

очень маленьких тел поверхность уменьшена не так сильно, как уменьшен их вес, – и потому мельчайшие крупинки обладают поверхностью весьма большой по сравнению с их весом. Если сравните дробинку с круглой пулей, которая в 100 раз тяжелее нее, то поверхность дробинки окажется меньше поверхности пули всего только в 10 раз. Это значит, что у дробинки поверхность по отношению к ее весу вдесятеро больше, чем у пули. Вообразите, что дробинка продолжает уменьшаться, пока не станет в миллион раз легче пули, т. е. превратится в свинцовую пылинку. У этой пылинки поверхность, по отношению к весу, в 1000 раз больше, чем у пули. Воздух мешает ее движению в 1000 раз сильнее, чем мешает он движению пули. И оттого она парит в воздухе, т. е. падает едва заметно, а при малейшем ветерке уносится даже вверх.

15. Змея и бабочки

Из почтовой карточки или из другого листа картона такой же толщины вырежьте кружок величиной с отверстие стакана. Затем прорежьте его ножницами по спиральной линии в виде свернувшейся змейки, как показано в углу нашего рисунка. Кончик хвостика змеи наложите, – слегка подавив его сначала, чтобы сделать маленькую выбоинку в бумаге, – на острее вязальной спицы, воткнутой в пробку. Завитки змеи при этом опустятся, образуя нечто вроде миниатюрной спиральной лестницы.

Теперь «змея» готова. Можно приступить к опытам с нею. Поместите ее около топящейся кухонной плиты: змея завертится, и тем проворнее, чем плита горячее. Вообще возле всякого горячего предмета – лампы, самовара, чайника – змея будет более или менее оживленно вращаться, вращаться без устали и остановки, пока предмет остается горячим. Очень быстро вертится змея, если подвесить ее над керосиновой лампой, продев через кончик хвоста нитку с узелком, – как показано на нашем рисунке.

Что же заставляет змею вращаться? То же, что вращает крылья ветряной мельницы: ток воздуха. Возле каждого нагретого предмета

есть течение теплого воздуха, поднимающееся от него вверх. Происходит этот ток оттого, что воздух при нагревании, как и все тела (кроме ледяной воды), расширяется и, значит, становится реже, т. е. легче. Окружающий его воздух, более холодный, а следовательно и более плотный, тяжелый, вытесняет его, заставляет его подниматься вверх, сам заступая его место, – чтобы тотчас же, нагревшись, разделить его участь и быть вытесненным новой порцией более холодного воздуха. Таким образом каждый нагретый предмет порождает над собою восходящее течение воздуха, которое поддерживается все время, пока предмет теплее окружающего воздуха. Вот этот-то восходящий ток, этот незаметный теплый ветерок, дующий вверх от каждого нагретого предмета, ударяет в завитки нашей бумажной змейки и заставляет ее вертеться, как ветер – крылья мельницы.

Вместо змеи можно заставить вращаться и бумажку иной формы, – например бабочку. Лучше вырезать ее из папиросной бумаги и, перевязав посредине, подвесить на очень тонкой ниточке (еще лучше – на волосе). Подвесьте такую бабочку над лампой, – и она закружится, как живая. Эффект опыта усилится тем, что бабочка отбросит на потолок свою тень в виде довольно большого темного силуэта, который будет повторять в усиленном виде все движения вращающейся бумажной бабочки. Человеку неподготовленному покажется, что в комнату залетела крупная черная бабочка и судорожно порхает под самым потолком…

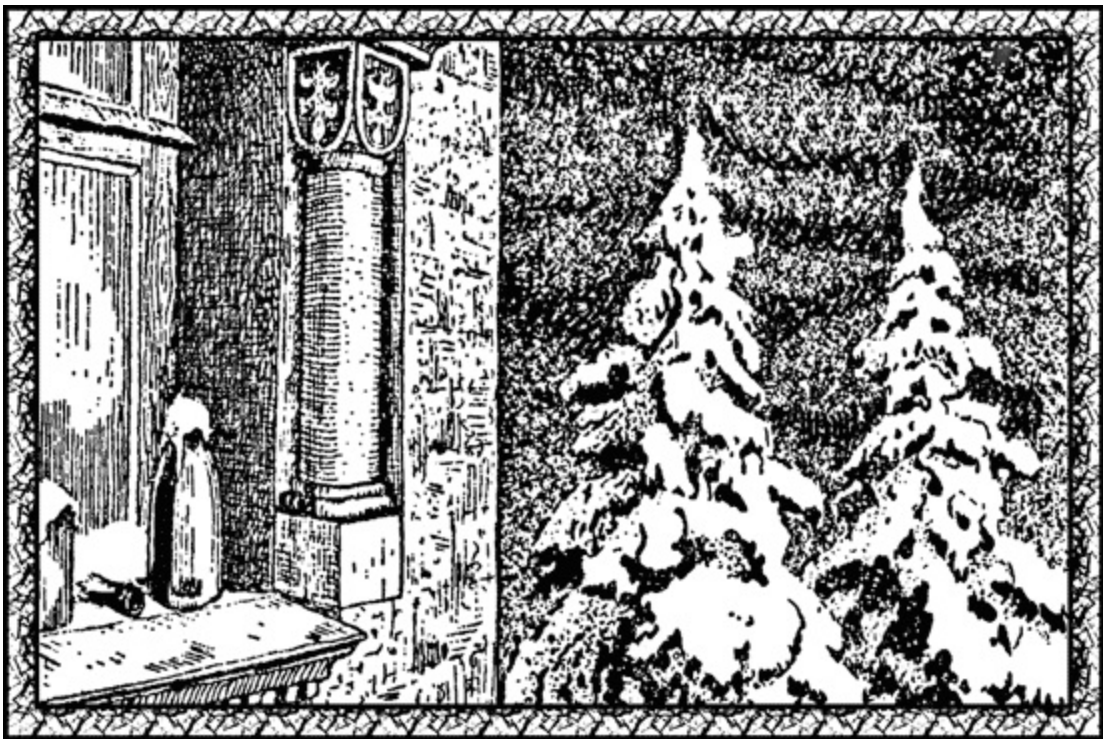
Можно, наконец, поступить и так: воткнуть иглу в пробку, положить бумажную бабочку на острие иглы, подперев в такой точке бумажного контура, чтобы бабочка держалась в равновесии (точку эту – «центр тяжести» нашей бумажки – придется отыскивать рядом проб). Бабочка быстро завертится, если рядом находится какой-нибудь теплый предмет. К такой вертушке достаточно даже приблизить ладонь руки, чтобы вызвать довольно оживленное вращение.

С расширением воздуха при нагревании и возникающими вследствие этого восходящими течениями мы встречаемся положительно на каждом шагу. Все знают, что в натопленной комнате самый теплый воздух скопляется у потолка, а самый холодный стекает к полу – оттого нам и кажется, что дует снизу, если комната еще недостаточно нагрелась. И оттого, если приоткрыть дверь из теплой комнаты в холодную, холодный воздух втекает снизу, а теплый

вытекает вверху (пламя свечи возле двери укажет вам направление этих течений). Если вы хотите сохранить тепло в натопленной комнате, позаботьтесь о том, чтобы через щель под дверью не втекал холодный воздух: для этого достаточно прикрыть эту щель ковриком или хотя бы даже просто газетным листом. Тогда и теплый воздух, не вытесняемый снизу холодным, не будет выходить через верхние щели комнаты.

Далее: что такое «тяга» в печи или фабричной трубе, как не восходящий ток теплого воздуха? А бумажные воздушные шары, пускаемые во время гуляний, разве они не оттого поднимаются, что воздух, нагреваемый в них (от пропитанной спиртом зажженной ваты), легче окружающего холодного? Мы могли бы еще сказать о теплых и холодных воздушных течениях в нашей атмосфере, о «пассатах», «муссонах», «бризах» и т. п. ветрах, – но это увлекло бы нас слишком далеко.

16. Лед в бутылке



Легко ли получить бутылку льда? Казалось бы, зимою – что может быть легче? Налить воды в бутылку, выставить за окно, а остальное предоставить морозу: холод заморозит воду, и получится бутылка, полная льду.

Однако, если проделаете этот поучительный опыт, вы не без удивления убедитесь, что дело вовсе не так просто. Лед-то действительно получается, но бутылки при этом уже не оказывается: она раскалывается под напором замерзающего льда. Дело в том, что лед, замерзая, довольно заметно увеличивается в объеме – примерно на 10-ю долю, – и расширение происходит с такою неудержимою силою, что не только закупоренные бутылки лопаются, но даже и у открытых бутылок откалывается горлышко от напора расширяющегося под ним льда; вода, замерзшая в горлышке, – а замерзание начинается именно вверху, – играет как бы роль ледяной пробки, закупоривающей остальную часть жидкости.

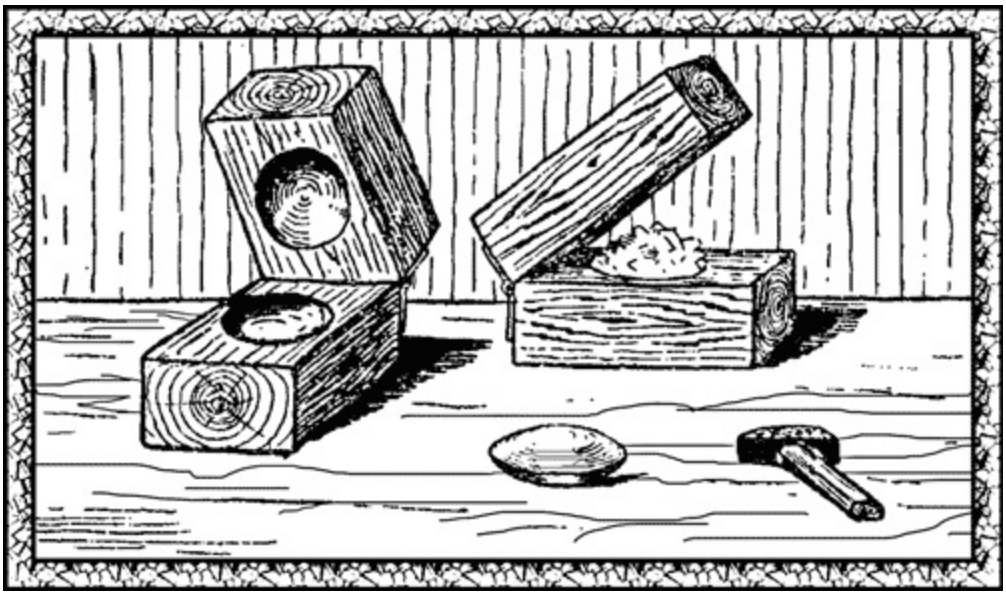
Сила расширения замерзающего льда может разрывать не только стеклянные стенки посуды. Перед нею не может устоять и металл, если

слой его не очень толст. Вода на морозе разрывает двухдюймовые стенки железной бомбы! Не удивительно, что так часто лопаются водопроводные трубы, когда в них замерзает вода.

Но то же свойство воды расширяться при замерзании является причиною и того, что лед плавает на воде, а не падает на дно. Если бы вода при затвердевании сжималась – как большинство тел природы, – то лед, образовавшись в воде, не плавал бы на ее поверхности, а тонул бы. И тогда мы лишились бы тех незаменимых услуг, которые доставляет нам каждую зиму

… батюшка-мороз,
Наш природный, наш дешевый
Пароход и паровоз.

17. Огонь с помощью льда



Для этого удивительного опыта вам необходимо иметь два деревянных бруска с вдавленной круглой полостью в каждом. Углубления должны быть одинаковы, так что при накладывании брусков отверстия их совпадают, и образуется одна полость в форме чечевицы. Эти бруски послужат для нас формой, с помощью которой вы изготовите из льда ни мало ни много: зажигательную чечевицу…

Наложите в полость обломков льда «с горкой», накройте другим бруском и крепко сдавите оба бруска. Ледяные обломки под давлением сначала будут дробиться, но затем эти кусочки начнут спаиваться между собою в один сплошной кусок; продолжайте сдавливать бруски, пока не получится у вас прозрачная двояковыпуклая чечевица, похожая на зажигательное стекло.

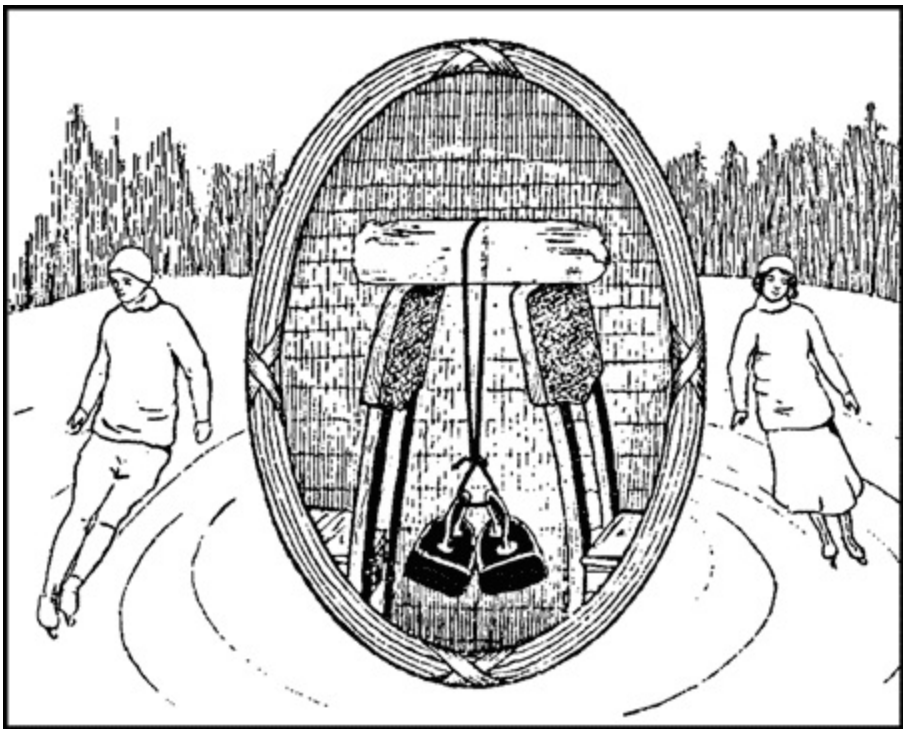
Если опыт с получением прозрачной чечевицы сдавливанием льда (пользуясь свойством кусков льда под сильным давлением смерзаться) вам почему-либо не будет удаваться, то попробуйте изготовить такую чечевицу из одного куска льда, обрабатывая его сначала пилой и ножом, а затем горячим утюгом.

Выйдя с такою чечевицею в ясный морозный день на открытое место, сосредоточивают с помощью его солнечные лучи в одной точке, в которой держат какой-нибудь темный и легко воспламеняющийся материал (трут [7]). Происходит сильное нагревание, затем вспышка.

Мы получили огонь с помощью льда!

Всего поразительнее здесь, пожалуй, то, что лучи солнца, воспламенившие трут, проходят через лед, не нагревая его – иначе бы он таял. Очевидно, лучи не несут этой теплоты с собою, а теплота возникает лишь тогда, когда, задерживаясь темным веществом, лучи перестают быть тем, чем были раньше: из света они превращаются в теплоту.

18. Прорезать лед, оставив его целым



Мы сейчас сказали, что куски льда под давлением «смерзаются». Это не значит, что куски льда замерзают еще сильнее, когда на них давят. Как раз наоборот: при сильном давлении лед обыкновенно тает, а едва только образовавшаяся при этом весьма холодная вода освобождается от давления, она снова замерзает, потому что температура ее ниже 0°. Когда мы сдавливаем куски льда, происходит следующее: концы выступающих частей, соприкасающиеся между собою и подвергающиеся сильнейшему давлению, тают; образующаяся вода уходит в стороны, в мелкие пустые промежутки между выступами; там, уже не испытывая повышенного давления, эта чрезвычайно холодная вода тотчас же замерзает и спаивает таким образом осколки льда в один сплошной кусок.

Вы можете проверить эту теорию на следующем красивом опыте. Выберите ледяной брусок, обоприте его концы на края двух табуреток (или каким-нибудь другим способом, это безразлично) и перекиньте поперек него петлю из стальной проволоки примерно в аршин [8] длины; толщина проволоки – полмиллиметра или немного меньше. К концу проволоки привесьте пару утюгов или какую-нибудь другую

тяжелую вещь, весом фунтов [9] 25. Вы увидите, что проволока врежется в лед, медленно пройдет через весь брусок, но… брусок не распадается. Берите его смело в руки: он совершенно цел, как будто его и не разрезали!

Разгадка в том, что под давлением проволоки лед таял; но вода, перейдя поверх проволоки и освободившись там от давления, тотчас замерзала, и, пока проволока «резала» нижние слои, верхние снова смерзались.

Лед – единственное тело в природе, с которым возможно проделать подобный опыт. Оттого-то по льду можно ездить на санях и кататься на коньках. Когда конькобежец опирается весом своего тела на коньки, лед под этим давлением тает (если мороз не слишком силен), и конек скользит; но, переходя на другое место, конек и здесь вызывает таяние. Словом, куда ни ступит нога конькобежца, всюду она превращает тонкий слой льда под сталью конька в воду, которая, освободившись от давления, вновь замерзает.

19. Передача звука

Случалось ли вам наблюдать издали за дровосеком, рубящим дерево? Или, быть может, вы видели когда-нибудь, как вдали от вас работает плотник, вколачивая гвозди? Если да, то вы могли заметить при этом явление, очень странное на первый взгляд: удар раздавался не тогда, когда топор врезался в ствол дерева или когда молот ударял по шляпке гвоздя, – а позже, когда топор или молот уже подняты в воздух.

Если вам придется еще раз наблюдать это любопытное явление, воспользуйтесь им, чтобы простым опытом подготовить его разгадку. А именно, отойдите на некоторое расстояние назад или продвиньтесь вперед: после нескольких проб вы найдете такое место, при наблюдении из которого звуки топора или молота как раз совпадают с моментами видимого удара. Возвратитесь тогда на прежнее место – снова станет заметно несовпадение звуков с ударами.

Теперь, вероятно, вам уже легко догадаться, в чем причина этих загадочных явлений. Звук требует некоторого времени, чтобы пройти от места своего возникновения до вашего уха; свет же пробегает это расстояние почти мгновенно. И может случиться, что, пока звук

странствует через воздух к вашему уху, топор или молот успели уже подняться для нового удара; тогда глаз увидит не то, что воспринимается ухом: вам покажется, что звук совпадает не с опусканием, а с поднятием инструмента. Но если вы отойдете назад или подвинетесь вперед как раз на такое расстояние, которое пробегается звуком за время одного взмаха топора, то к моменту достижения звуком вашего уха топор снова успеет опуститься; тогда, конечно, вы увидите и услышите удар одновременно, – но только это будут разные удары: с видимым сейчас ударом совпадает звук прошлого удара.

Сколько же пробегает звук в воздухе за одну секунду времени? Это в точности измерено: круглым счетом около 1/3 версты [10] . Каждую версту звук проходит в 3 секунды; и если дровосек взмахивает топором дважды в секунду, то вам (легко вычислить это) достаточно находиться на расстоянии сажень [11] 80, чтобы звук топора совпадал с его поднятием. Свет же пробегает в воздухе каждую секунду 280.000 верст, – в восемьсот тысяч раз больше, нежели звук; вы понимаете, конечно, что для всех расстояний на земле мы можем смело считать скорость света мгновенною.

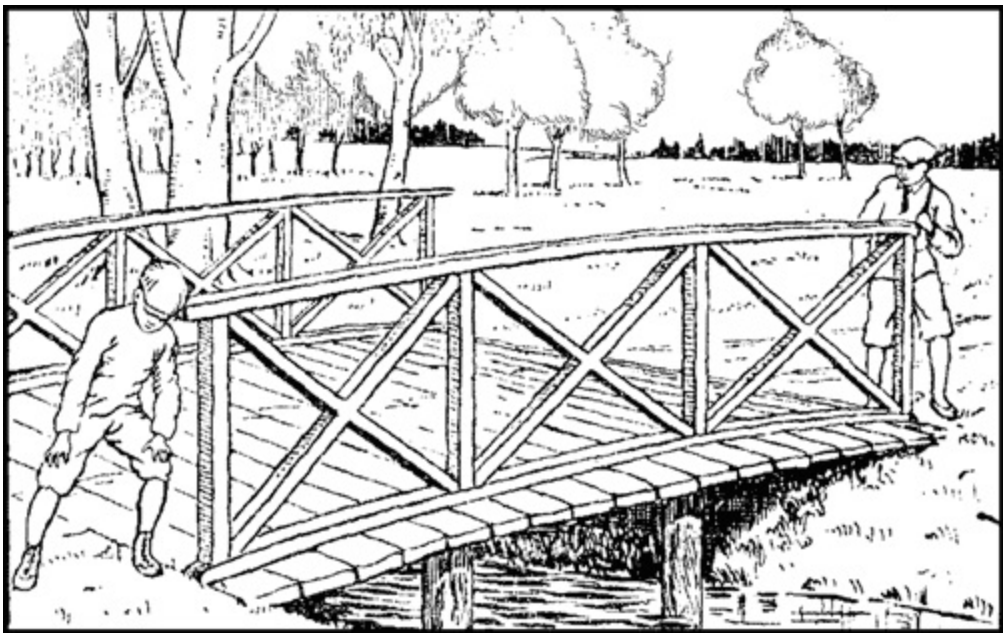
Кстати, этою огромною разницей между скоростями звука и света вы можете воспользоваться, чтобы весьма простым образом определить, на каком расстоянии от вас образовалась та молния, гром от которой вы в данный момент слышите. Дознано, что гром и молния образуются одновременно; молния порождает гром, как удар молота порождает звук. Но мы слышим гром после того, как видим молнию, потому что находимся на большом расстоянии от места его возникновения, и звук требует времени, чтобы пробежать это расстояние. Пусть гром услышан вами спустя 6 секунд после того, как вы заметили молнию. Что это показывает? Что звук странствовал до нас 6 секунд; а так как он проходит в каждые 3 секунды по версте, то, следовательно, звук образовался в 2 верстах от нас. Итак, место, где возникла молния, лежит на расстоянии двух верст от места, где вы сейчас находитесь.

Заметим еще, что число секунд, протекших между молнией и громом, нет надобности отсчитывать непременно по часам. Гораздо удобнее определять их непосредственным устным счетом. Но для этого надо предварительно приучиться произносить слова: «раз, и два, и три, и четыре, и пять..» так, чтобы на произнесение каждого числа уходила ровно одна секунда. Мы уже имели случай упоминать об этом раньше;

каждый наблюдатель природы должен уметь вести такой счет. Не думайте, что это трудное искусство: чтобы ему научиться, потребуется всего какой-нибудь десяток минут упражнения, не более.

Звук передается не только через воздух, но и через другие газообразные, жидкие и твердые тела. В воде звук бежит в четыре раза быстрее, чем в воздухе, и под водою отчетливо слышен всякий шум. Рабочие в подводных «кессонах» (больших отвесных трубах) прекрасно слышат береговые звуки. Рыбаки хорошо знают, что рыбы разбегаются от малейшего подозрительного шума.

Еще лучше и быстрее передают звук разного рода твердые упругие материалы, например чугун, дерево, кости. Приставьте ухо к торцу длинного деревянного бруса и попросите товарища слегка ударить по противоположному концу: вы услышите гулкий звук удара, переданный через всю длину бруса. Можно даже, – если кругом достаточно тихо и не мешают посторонние шумы, – услышать через брус тиканье часов, приставленных к противоположному концу. Так же хорошо передается звук через железные рельсы или балки, через чугунные трубы, даже через почву: давно известно, что, приложив ухо к земле, можно расслышать топот лошадиных ног задолго до того, как он донесется по воздуху; а звуки пушечных выстрелов можно услышать этим способом от таких отдаленных орудий, грохот которых по воздуху совсем не доносится.



Так хорошо передают звук только упругие твердые материалы;

мягкие же ткани, рыхлые, неупругие материалы очень плохо передают через себя звук, они его «поглощают». Вот почему вешают мягкие, толстые занавеси на дверях, если хотят, чтобы звук не достигал соседней комнаты. Ковры, мягкая мебель, платье действуют на звук подобным же образом.

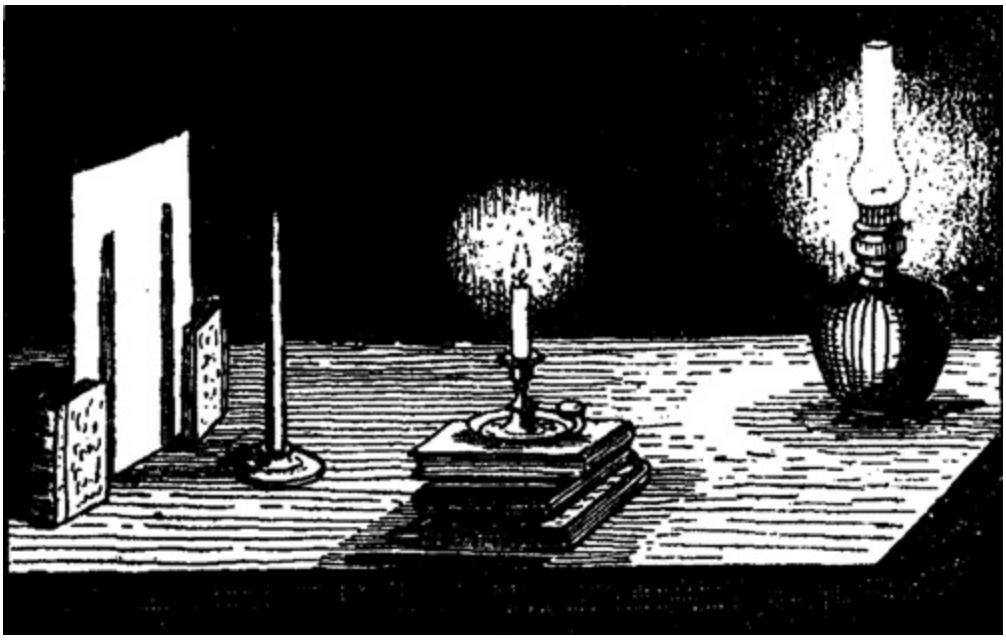
20. Колокол

Сейчас я упомянул, что кости – один из тех материалов, которые хорошо передают звуки. Хотите убедиться, что кости вашего собственного черепа обладают этим свойством? Ничего нет легче. Захватите зубами колечко карманных часов и зажмите руками уши: вы услышите вполне отчетливо мерные удары балансира, более громкие, нежели тикание, воспринимаемое ухом через воздух. Эти звуки доходят до вашего уха через кости головы.

Вот еще забавный опыт, доказывающий хорошую передачу звуков через кости черепа. Привяжите к середине бечевки медную ложку так, чтобы бечевка имела два свободных конца. Эти концы прижмите пальцами к закрытым ушам и, подавшись корпусом вперед, чтобы ложка могла свободно раскачиваться, ударьте ложкой о какое-нибудь твердое тело: вы услышите густой гул – словно колокольный звон раздается возле самого вашего уха.

Еще лучше удается опыт, если вместо ложки взять тяжелые щипцы для угольев.

21. Измерить силу света



Свеча на двойном расстоянии светит, разумеется, слабее. Но во сколько раз? В два раза? Нет, если вы поставите на двойном расстоянии две свечи, они не дадут прежнего освещения. Чтобы получить освещение, одинаковое с прежним, надо на двойном расстоянии поставить не две, а дважды две – четыре свечи. На тройном расстоянии придется поставить не три, а трижды три, т. е. девять свечей, и т. д. Это показывает, что на двойном расстоянии сила освещения ослабевает в 4 раза, на тройном – в 9 раз, на четверном – в 4x4, т. е. в 16 раз, на 5-кратном – в 5x5, т. е. в 25 раз и т. д. Таков закон изменения силы счета с расстоянием. И таков же – заметим заодно, – закон ослабления звука: слова говорящего на 6-кратном расстоянии ослабевают не в 6, а в 36 раз [12] .

Зная этот закон, мы можем воспользоваться им, чтобы сравнить между собою две лампы – вообще два источника света различной силы. Вы желаете, например, узнать, во сколько раз ваша лампа светит сильнее, нежели простая свечка, т. е. сколькими обыкновенными свечами нужно было бы эту лампу заменить, чтобы получить такое же освещение.

Чтобы произвести сравнение, вы располагаете лампу и зажженную свечу на одном конце стола, а на другом ставите отвесно (зажав,

например, между страницами книги) лист белого картона. Перед этим листом, недалеко от него устанавливаете, также отвесно, какую-нибудь палочку, например карандаш. Он отбрасывает на картон две тени разной густоты, от лампы и от свечи. Густота этих двух теней, вообще говоря, различна потому, что обе тени освещены: одна – яркой лампой, другая – тусклой свечой. Приближая свечу, вы можете достигнуть того, что обе тени сравняются в густоте. Это будет означать, что сейчас сила освещения лампы как раз равна силе освещения свечи. Однако равенство обусловлено здесь тем, что лампа находится дальше от освещаемого ею картона, нежели свеча; измерьте, во сколько раз она дальше, – и вы сможете определить, во сколько раз лампа ярче свечи. Если, например, лампа в 3 раза дальше от картона, чем свеча, то, значит, яркость ее в 3х3, т. е. в 9 раз больше яркости свечи; почему это – легко понять, если вспомнить, каков закон убывания силы освещения.

...

«Комната, в которую вступил Иван Иванович, была совершенно темна, потому что ставни были закрыты, и солнечный луч, проходя в дыру, сделанную в ставне, принял радужный цвет и, ударяясь в противоположную стену, рисовал на ней пестрый ландшафт из очеретяных [13] крыш, дерев и развешанного на дворе платья, все только в обращенном виде».

Гоголь

. «Повесть о том, как поссорились Иван Иванович с Иваном Никифоровичем».

22. Вниз головой

Если в вашей квартире или в квартире ваших знакомых имеется комната с окнами на солнечную сторону и притом закрывающаяся ставнями, то вы легко можете превратить ее в физический прибор, который носит старинное латинское название «камера-обскура» (по-русски это означает «темная комната»). Для этого понадобится только просверлить в ставнях небольшое отверстие, которое, если сделать его аккуратно, нисколько, конечно, не испортит ставень. Закрыв в солнечный день ставни и все двери комнаты, чтобы в ней было по возможности темно, вы помещаете против отверстия, на некотором от него расстоянии, большой лист бумаги или простыню: это ваш «экран». На нем вы тотчас же увидите уменьшенное изображение всего того, что можно видеть из комнаты, глядя в просверленное отверстие. Дома, деревья, животные, люди отобразятся на экране в натуральных цветах, но в перевернутом виде: дома – вниз крышей, люди и животные – вниз головой, и т. п.

Что доказывает этот опыт? Что свет распространяется по прямым линиям: лучи от верхней части предмета и лучи от нижней его части перекрещиваются в отверстии ставень и идут далее так, что первые лучи оказываются внизу, а вторые – вверху. Если бы лучи света были не прямые, а искривлялись бы или изламывались, получилось бы нечто совсем иное.

Замечательно, что форма отверстия в ставнях совершенно не влияет на получаемые изображения. Просверлите ли вы круглую дырочку, или проделаете квадратное, треугольное, шестиугольное и т. п. отверстия, – изображение получается на экране одинаковое. Случалось ли вам наблюдать на земле под густым деревом овальные светлые кружочки? Это не что иное, как изображение солнца, нарисованное лучами, которые проходят через разнообразные промежутки между листьями. Они кругловатые, потому что солнце круглое, – и вытянутые, потому что падают на землю косо; подставьте лист бумаги под прямым углом к лучам солнца, вы получите на нем совершенно круглые пятна. А во время солнечного затмения, когда темный шар луны надвигается на солнце, заслоняя его, – тогда круглые

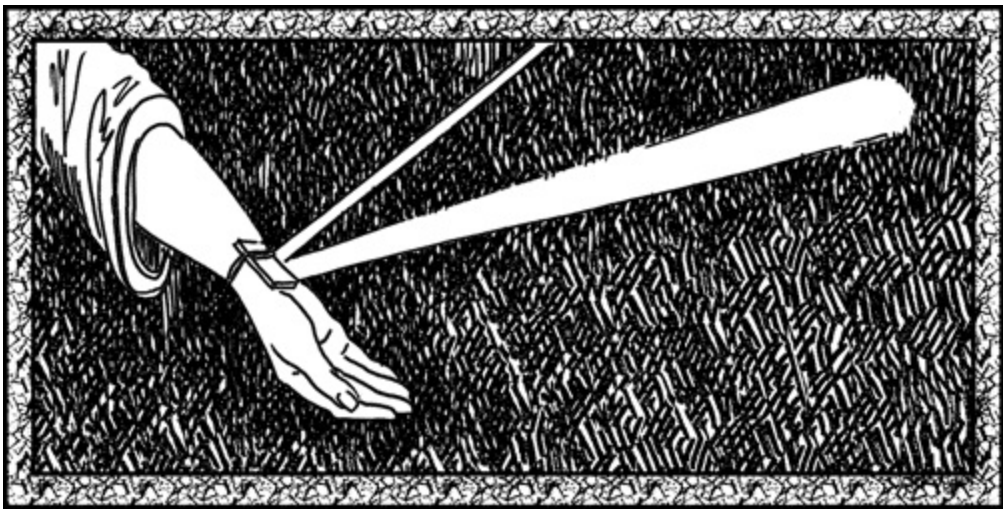
пятна под деревьями превращаются в маленькие серпы.

Тот аппарат, которым работают фотографы, есть не что иное, как такая же «камера-обскура», но только в отверстие ее вставлено увеличительное стекло, отчего изображение получается более яркое и отчетливое. В заднюю стенку вставляется в такой камере матовое стекло, на котором и получаются изображения – конечно, вниз головой; фотограф может рассматривать его, только накрывши камеру и себя темной материей, чтобы посторонний свет не мешал глазам.

Некоторое подобие такой фотографической камеры вы можете смастерить сами. Раздобудьте удлиненный закрытый ящик и просверлите в одной его стенке дырочку; вырежьте стенку против просверленного отверстия и натяните вместо нее промасленную бумагу: она будет заменять матовое стекло. Поместив ваш ящик в темную комнату и приставив его дырочкой к отверстию в ставне, вы увидите на задней стенке довольно отчетливое изображение наружного мира, – опять, конечно, в перевернутом виде.

Удобство вашей камеры в том, что, имея ее, вы уже не нуждаетесь в темной комнате, а можете вынести ее на открытое место и поставить куда угодно. Вам понадобится только покрывать свою голову темной материей, чтобы посторонний свет не мешал вам различать получающиеся на промасленной бумаге изображения.

23. Биение пульса



Вы заметили, конечно, как врачи считают у больного удары пульса: они нащупывают пальцами артерию, залегающую неглубоко под кожей близ запястья руки. Но можно устроить и так, чтобы следить за биением пульса – своего или чужого – не ощупью, а непосредственно глазом. Физика поможет вам в этом.

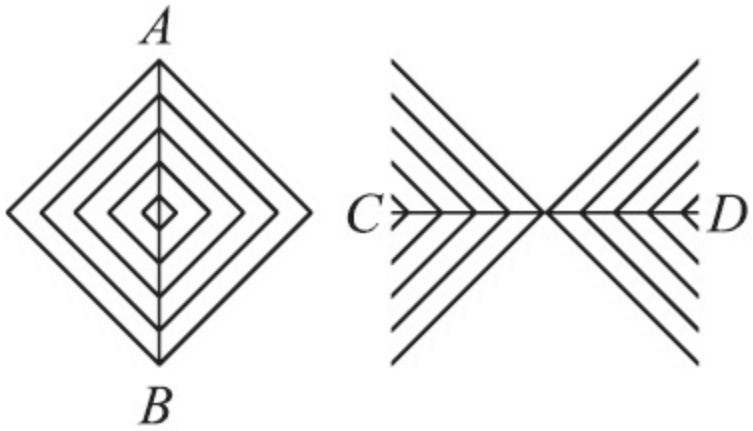
Лучше всего воспользоваться тою темною комнатой, о которой мы сейчас говорили. Указателем пульса будет тонкий пучок световых лучей, проникающий извне в темную комнату через маленькое отверстие. На пути этого светового пучка вы помещаете маленькое зеркальце (полоску, обломок), прижатое резиновым шнурком к вашему запястью. Лучи отразятся от зеркала, и вам нетрудно будет, пробуя поворачивать руку в разные стороны, найти для нее такое положение, при котором луч, отраженный от зеркальца, ударит в потолок. На поверхности потолка появится тогда яркое белое пятно, – то, что принято называть световым «зайчиком». Следите за ним; вы убедитесь, что он все время попеременно движется туда и назад, колеблясь около некоторой средней точки. Эти беспокойные колебания светового «зайчика» – не что иное, как отражение вашего пульса: с каждым ударом пульса «зайчик» отходит в сторону и возвращается обратно, чтобы при следующем ударе повторить то же движение.

Нетрудно догадаться, почему «зайчик» пляшет в такт с вашим пульсом. Удары пульса колеблют зеркальце, привязанное к руке, а

каждый хотя бы самый легкий поворот зеркальца, едва заметный для глаз, изменяет путь отраженного луча и направляет его в другое место потолка, – оттого «зайчик» и перемещается. Чем выше потолок, тем длиннее путь от зеркальца к потолку – и тем больше размахи пляшущего «зайчика».

Этим простым способом усиливать слабые движения при помощи зеркала и светового луча пользуются часто ученые для изучения таких движений, за которыми непосредственно уследить очень трудно.

24. Обманы зрения. Что длиннее?



На приложенном здесь рисунке вы легко различите две главные линии: AB и CD, по сторонам которых проведен ряд косых линий. Если вас спросят, какая линия длиннее, AB или CD, – вы без колебания ответите:

– Линия CD длиннее, чем AB.

Но вооружитесь полоской бумаги и карандашом и сравните длину CD с длиной AB. Окажется, вопреки очевидности, – что обе линии одинаковой длины!

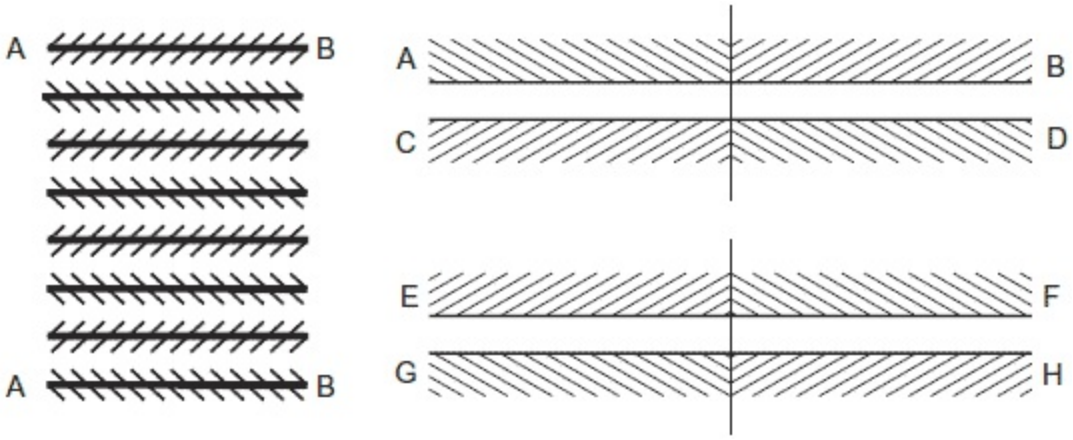
Но даже и после того, как вы уже узнали, что прямые AB и CD равны, они продолжают вам казаться неравными. Поверните книгу, чтобы прямая AB шла справа налево, а CD к вам, – все-таки они будут казаться неравными. Причина зрительного обмана кроется не в направлениях сравниваемых линий, а в тех косых линиях, которые к ним примыкают: возле прямой AB они сходятся, а возле CD – расходятся.

Вот один из примеров того, что принято называть «обманом зрения», или «иллюзией зрения». Таких обманов зрения существует очень много, и мы становимся их жертвами гораздо чаще, чем думает большинство людей. Если бы все люди знали, как обманчиво бывает подчас свидетельство их глаз, они не восклицали бы с такой уверенностью: «Я видел это собственными глазами». Вследствие обманов зрения можно собственными глазами видеть… совсем не то, что есть в действительности [14] .

25. Вкривь и вкось

Другого рода зрительный обман подстерегает вас на левом рисунке этой страницы. Рассмотрите внимательно эту фигуру, поверните чертеж в одну, в другую сторону – словом, исследуйте его возможно тщательнее и тогда ответьте на вопрос:

– В какую сторону сходятся черные пересеченные линии AB – в правую или в левую?



Заранее могу предвидеть ваш ответ: первая и вторая линии сходятся в правую сторону; вторая и третья сходятся влево; 3-я и 4-я снова вправо и т. д. Последняя пара линий сходятся вправо.

Не правда ли, ведь вы так ответили бы?

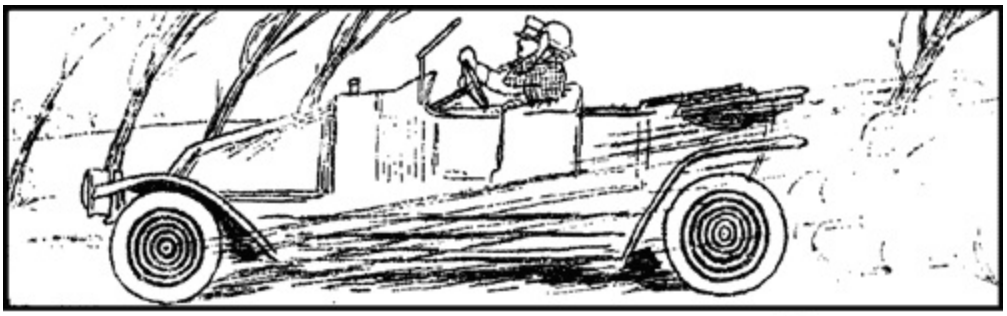
А теперь я скажу вам, как обстоит на самом деле. На самом деле линии AB сходятся не вправо, не влево, а вовсе не сходятся: они параллельны. Если вы этому не верите, – а такое недоверие вполне естественно, потому что сейчас сказанное самым резким образом противоречит «очевидности», – то поднимите книгу на уровень глаз и посмотрите на линии AB так, чтобы взгляд ваш скользил вдоль их. Вы отчетливо увидите при этом, что все пересеченные линии не сходятся и не расходятся, а параллельны между собой.

Еще удивительнее правый чертеж того же рисунка. Линии AB и CD представляются изогнутыми и обращенными вогнутыми сторонами друг к другу. Линии EF и GH тоже изогнуты, но обращены одна к другой своими выпуклыми сторонами. Это «очевидно». Но посмотрите на наши линии так, как было описано выше, чтобы взгляд скользил вдоль них, – и перед вами будут совершенно прямые, как рельсы,

параллельные прямые!

Вы понимаете теперь, какой ненадежный свидетель наш глаз: он зачастую коверкает вкривь и вкось то, что видит, искажая самые ясные очертания. И если мы не хотим попадать впросак от излишней доверчивости к тому, что «очевидно», – нам необходимо всегда проверять показания зрения свидетельствами других наших чувств, – главным образом, конечно, осязания.

26. Вращающиеся круги



Здесь, на рисунке, влево внизу, вы видите черные круги, охватывающие друг друга и описанные около одного и того же центра. Кстати заметим, что такие круги часто называют параллельными на том основании, что круги каждой пары на всем протяжении одинаково отстоят друг от друга. Если хотите назвать их правильно, как математик, вы должны употребить слово: «концентрические» круги.

Итак, перед вами несколько концентрических кругов, с которыми нам предстоит проделать поучительный опыт. Возьмите книгу в руки и, глядя все время на эти круги (лучше направить взгляд не в самый их центр, а в какую-нибудь боковую точку), вращайте медленно книгу. Что произойдет при этом с кругами? Нечто непредвиденное: вам покажется, что круги тоже вертятся на бумаге в ту сторону, куда вы вращаете книгу, т. е. что они словно освободились от бумаги, на которой начерчены, и свободно вращаются – с такою же скоростью, как и книга. Ускорьте вращение книги – ускорится и вращение ваших кругов; остановите книгу – вращение кругов сразу прекратится. Вращайте книгу попеременно туда и назад – круги будут повторять это движение.

Еще заметнее это загадочное свойство кругов на правой фигуре, где начерчено сразу 6 групп таких кругов. Если эту фигуру плавно поворачивать, как мы делали раньше, то все шесть групп кружков начинают в наших глазах вращаться, каждая вокруг своего центра.

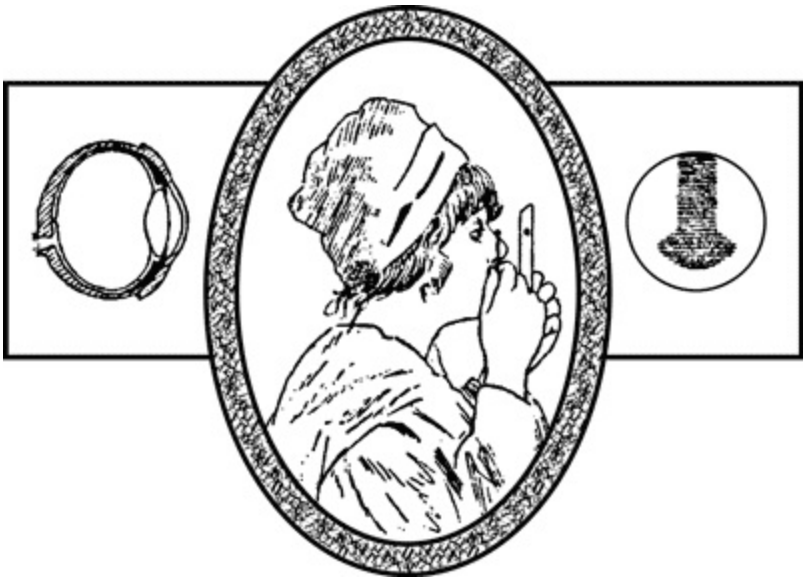
Вращение книги происходит вокруг одной точки, вращение же наших кругов – около шести различных точек.

Теперь вы уже заранее можете сказать, что произойдет с колесами автомобиля, изображенного здесь на рисунке, если мы будем рассматривать его, вращая при этом книгу: колеса завертятся, каждое около своей оси, словно автомобиль в мокрую погоду «буксует» на месте на гладкой мостовой.

Значит, глаз может обманывать нас не только относительно величины линий и их направления, как мы убедились в предыдущих опытах, – но и относительно их движения; он может свидетельствовать о таком перемещении предметов, какого они в действительности вовсе не совершают. Впрочем, это для вас, конечно, не ново:

Ведь каждый день пред нами солнце ходит, —
Однако ж прав упрямый Галилей.

27. Перевернутая булавка



Мы беседовали раньше (опыт 22) о камере-обскуре, объясняли, как ее самому сделать, но не сообщили интересной вещи: что каждый человек всегда носит при себе пару маленьких камер-обскур. Это – наши глаза. Глаз устроен совершенно наподобие того ящика, который мы предлагали читателю изготовить. То, что называют «зрачком» глаза, есть не черный кружок на глазу, а отверстие, ведущее в темную внутренность нашего органа зрения. Отверстие это обтянуто снаружи прозрачной оболочкой и прикрыто студенистым, также прозрачным веществом под ней; позади зрачка к нему прилегает прозрачный «хрусталик», имеющий форму двояковыпуклого стекла; а вся внутренность глаза, позади хрусталика до задней стенки, на которой рисуется изображение внешних предметов – заполнено прозрачным веществом (вид нашего глаза в разрезе изображен здесь на рисунке слева). Но все это не мешает глазу оставаться камерой-обскурой, только несколько усовершенствованной, так как в глазу получаются более яркие и отчетливые изображения. Кстати, изображения эти на дне глаза очень мелки; например, 4-саженный телеграфный столб, который мы видим в расстоянии 10 сажен от нас, рисуется на дне глаз в виде тончайшей черточки примерно в полсантиметра длиной…

Но самое интересное здесь то, что хотя все изображения получаются в глазу, как и в камере-обскуре, перевернутыми, мы все же

видим предметы в прямом виде. Происходит это переворачивание просто в силу долговременной привычки: мы привыкли пользоваться своими глазами так, что переворачиваем каждый полученный зрительный образ, приводим его в естественное положение. Что сказанное действительно происходит, вы можете проверить на опыте. Постараемся устроить так, чтобы на дне глаза получилось не перевернутое, а прямое изображение предмета. Что мы тогда увидим? Так как мы привыкли переворачивать все зрительные образы, то мы на этот раз должны увидеть не прямое, а перевернутое изображение. Это и наблюдается в самом деле, и следующий опыт убедит вас в этом.

Проколите булавкой отверстие в почтовой карточке и держите ее против окна или лампы примерно сантиметрах в 10 от правого глаза, закрыв левый глаз. А сантиметрах в двух от глаза, впереди карточки, держите булавку так, чтобы ее головка приходилась против дырочки. При таком расположении предметов вы увидите булавку, словно помещенную позади отверстия, а главное – в перевернутом виде. На нашем рисунке справа показан этот необычайный вид. Двиньте булавку немного вправо – глаз ваш увидит, что она двинулась влево.

Происходит это оттого, что в данном случае булавка на дне глаза рисуется не в перевернутом виде, а в прямом. Отверстие в карточке играет здесь роль источника света, отбрасывающего тень от булавки. Тень эта падает на зрачок, и изображение ее не переворачивается, так как она чересчур близка к зрачку и хрусталику. На задней стенке глаза получается светлый кружок – изображение отверстия в карточке, а на нем темные очертания булавки, ее тень, в прямом виде. Нам же кажется, что мы, через отверстие карточки, видим булавку позади нее (так как видна только та часть булавки, которая помещается в отверстии) и притом в перевернутом виде, потому что мы по укоренившейся привычке, бессознательно переворачиваем все получаемые зрительные впечатления.

28. Странные портреты

Здесь приложены портреты Шекспира и Пушкина, исполненные довольно необычно: что должно быть светлым, изображено черным, и наоборот, все тени – светлые.

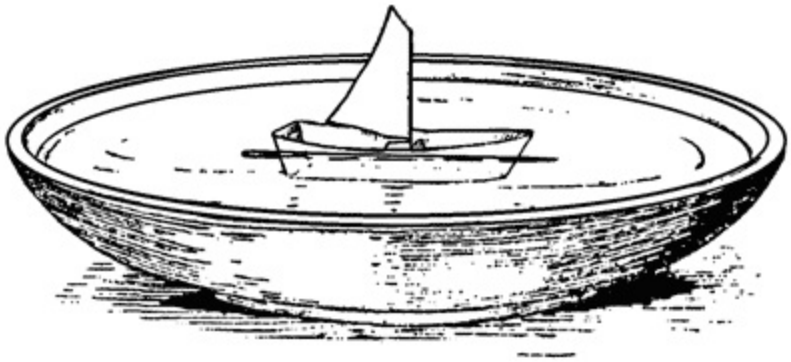
Нельзя сказать, чтобы подобное извращенное изображение красило портреты; вы, я думаю, предпочли бы рисунки с естественным распределением света и теней. Ну что ж, ваше желание нетрудно исполнить. Смотрите, не сводя глаз, на один из этих портретов, устремив взгляд в какую-нибудь точку близ середины портрета. Считайте при этом примерно до 80-ти и затем быстро перенесите взгляд на белый потолок или стену: вы увидите там – правда, всего на мгновение – больших размеров портрет, в котором распределение света и тени будет уже вполне правильным, т. е. противоположным тому, что изображено на наших портретах.

Причина этого интересного явления кроется в том, что оболочка, выстилающая заднюю стенку нашего глаза и воспринимающая изображения наружных предметов, утомляется от действия на нее света; однако те участки этой оболочки, на которые приходятся темные части изображения, не утомляются (потому что черный свет есть отсутствие света). Когда взгляд после рассматривания нашего портрета переносится на светлую стену, то утомленные участки глазного дна, где раньше действовал свет, не воспринимают ничего, они отдыхают; между тем неутомленные участки, соответствовавшие черным местам

портрета, воспринимают белую поверхность хорошо. Оттого-то вы и видите, пока глаз не отдохнул – прежнюю картину, но с обратным распределением черных и белых пятен.

Если у вас есть цветные карандаши или краски, вы можете сделать опыт еще интереснее. Нарисуйте какую-нибудь фигурку, например, синего цвета. Рассматривая эту фигуру или надпись, как в предыдущем случае, и затем быстро перенося взор на потолок, вы увидите на нем ту же фигуру или надпись, но уже не синего, а желтого цвета! Вообще это изображение будет окрашено в цвет, «дополнительный» к цвету вашего рисунка (что такое «дополнительный цвет» – было уже объяснено раньше, на 15 стр.).

29. Магнитная игла



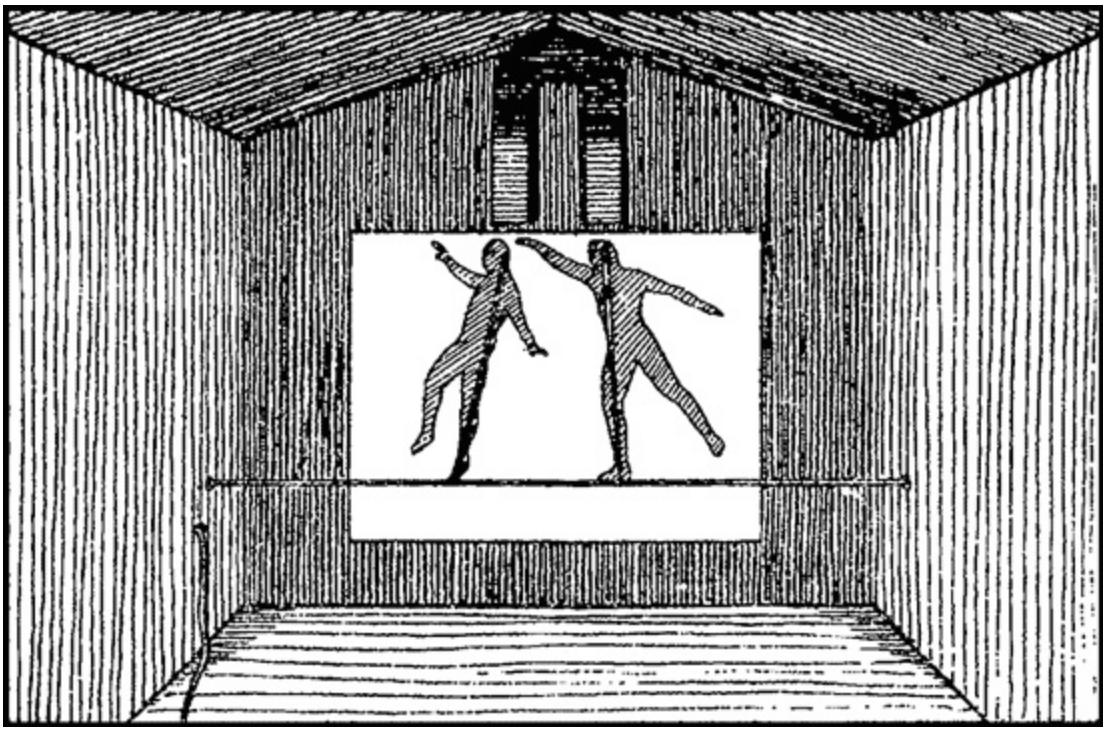
Вы уже умеете заставить иглу плавать на поверхности воды, – об этом было сказано в опыте 9-м. Теперь воспользуйтесь своим искусством для нового, гораздо более интересного опыта. Раздобудьте магнит, хотя бы самый маленький подковообразный магнит из тех, которые до войны [15] дешево продавались в каждом игрушечном магазине. Если приблизите магнит к блюдцу с плавающей в ней иглой, то иголка послушно подплывет к соответствующему краю блюдца. Она будет заметно проворнее делать это, если, прежде чем положить ее на воду, вы проведете по ней несколько раз магнитом (проводить надо непременно одним концом магнита и притом в одном направлении, а не туда и обратно!). От этого иголка сама становится магнитом, намагничивается, и потому теперь подплывает даже и к простому, немагнитному железному предмету.

Над магнитной иглой вы сможете сделать много любопытных наблюдений. Предоставьте ее самой себе, не привлекая к краю блюдца железом или магнитом. Она займет на воде определенное направление, именно с севера на юг, как стрелка компаса. Поверните блюдце – игла попрежнему будет указывать одним концом на север, другим – на юг. Приблизьте к одному концу один конец («полюс») магнита – и вы увидите, что игла вовсе не обязательно притянется к нему именно этим концом; она может и отвернуться от него, чтобы приблизить свой противоположный конец. Здесь перед нами случай взаимодействия двух магнитов; и правило этого взаимодействия гласит, что концы разноименные (северный одного магнита и южный другого) притягиваются, а одноименные (оба северные или оба южные) –

отталкиваются.

Изучив особенности движений намагниченной иглы, устройте маленький бумажный кораблик, в складки которого запрячьте вашу иглу. Вы можете изумлять непосвященных товарищей тем, что станете управлять движениями кораблика, не прикасаясь к нему: он будет слушать мановения вашей руки, – если, разумеется, в руке у вас спрятан магнит, о котором зрители не подозревают.

30. Магнитный театр



Вернее, не театр, а цирк, так как в нем показываются канатные плясуны, – разумеется, вырезанные из бумаги.

Прежде всего вам придется соорудить из картона самое здание цирка. В нем натяните внизу проволоку. Над «сценой» укрепите подковообразный магнит (см. рисунок).

Теперь займитесь «артистами». Их вырезают из бумаги и дают им самые разнообразные позы, соответственно их артистическим амплуа, с тем непременным условием, чтобы длина их равнялась длине иголки, подклеенной сзади них, вдоль фигуры; подклеить же ее можно с помощью 2–3 капель сургуча.

Если такую фигуру поставить на «канат», то она не только не упадет, но останется в вертикальном положении, притягиваемая магнитом. Слегка дергая проволоку, вы заставите своих канатных плясунов слегка покачиваться, подпрыгивать, не теряя равновесия.

Электрическое притяжение

Если даже вы еще ничего не знаете из науки об электричестве, не знакомы даже с первыми буквами ее азбуки, – вы и в таком случае можете проделать ряд простейших электрических опытов, более или

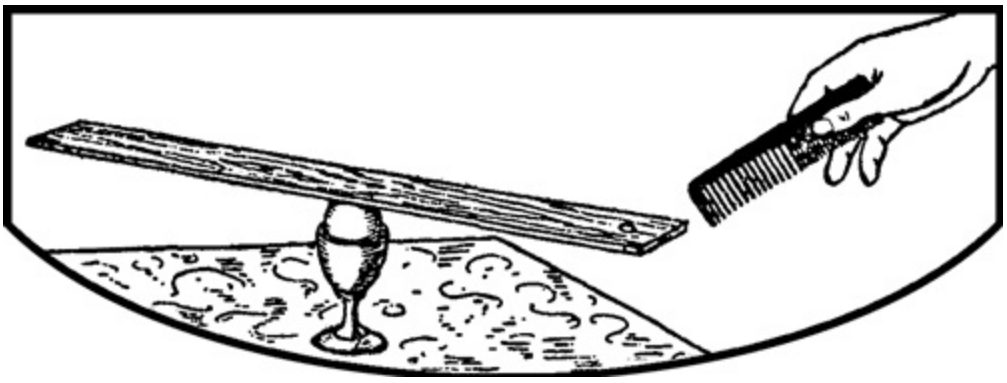
менее занимательных, более или менее любопытных, и во всяком случае – полезных для вашего будущего знакомства с этой удивительной силой природы.

Лучшее место и время для наших электрических опытов – это хорошо натопленная комната в морозную зиму. Дело в том, что опыты этого рода хорошо удаются только в сухом воздухе, а нагретый воздух зимою гораздо суше, чем летом при такой же температуре…

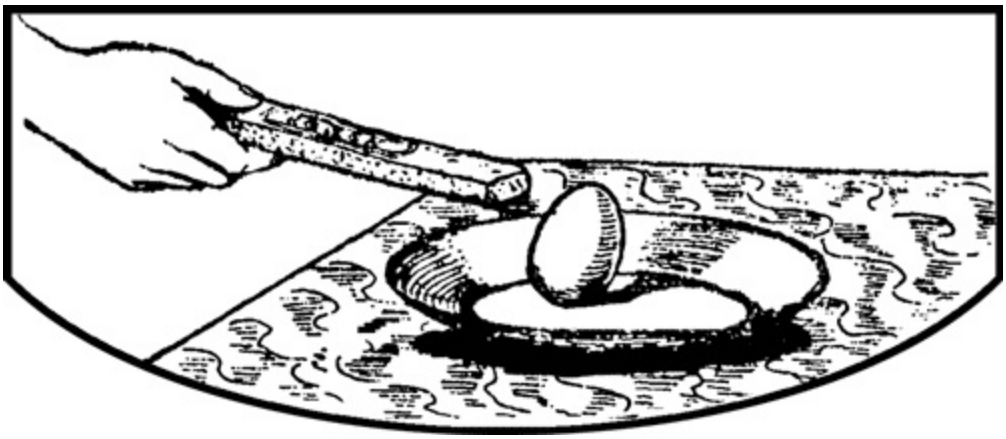
31. Наэлектризованный гребень

Итак, перейдем к опытам. Вам приходилось, конечно, проводить гуттаперчевым гребнем по сухим (впол – н е сухим) волосам. Если вы делали это в натопленной комнате и при полной тишине, то могли слышать легкое потрескивание, издаваемое гребнем при расчесывании. Ваш гребень электризовался от трения о волосы. С таким наэлектризованным гребнем можно произвести ряд опытов, и я сейчас опишу их. Но прежде замечу еще, что в благоприятную для наших опытов погоду вы легко можете наэлектризовать свою собственную руку, если она совершенно суха. Как? Погладив кошку: вы услышите при этом тоже сухое потрескивание, а в темноте увидите даже искры. Все это, конечно, совершенно безопасные явления, которые не причиняют ни малейшего вреда ни вам, ни животному.

Гуттаперчевый гребень можно наэлектризовать и не только о волосы: если потереть его о сухую шерстяную ткань (кусок фланели), он также приобретает электрические свойства, даже еще в большей степени. Проявляются же свойства эти весьма разнообразно и прежде всего в притяжении легких тел. Подносите натертый гребень к обрезкам бумаги, к мякине [16] , к шарику из бузинной сердцевины и т. п. – все эти мелкие предметы поднимутся и пристанут к гребешку. Сделайте из легкой бумаги крошечные кораблики и пустите их на воду: помощью наэлектризованного гребня вы сможете управлять движениями вашей бумажной флотилии, как фокусник своим «волшебным» жезлом». Можно обставить опыт еще эффектнее: в бокальчик (сухой!) для яиц положите яйцо, а на нем уравновесьте горизонтально довольно длинную линейку. Такая линейка при приближении наэлектризованного гребня к одному из ее концов довольно проворно поворачивается. Вы можете заставить ее послушно следовать за вашей рукой, вооруженной гребнем – двигаться в ту или другую сторону, или даже вращаться кругом. Своего рода волшебство: двигать вещи, не дотрагиваясь до них.



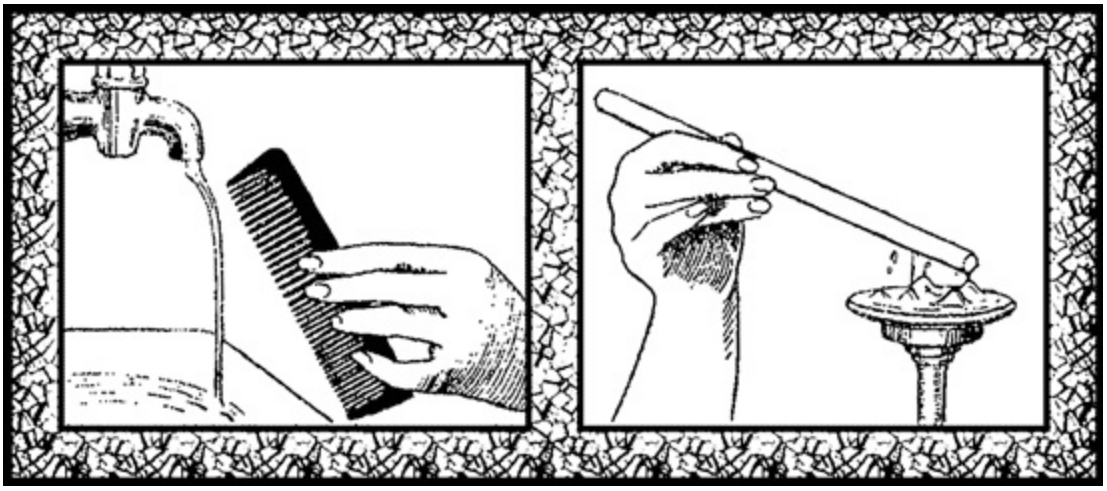
32. Послушное яйцо



Таким же волшебным свойством вы можете наделить не только гуттаперчевый гребень, но и другие предметы. Палочка сургуча, потертая о фланель – или о рукав вашего платья, если оно шерстяное, – обнаружит не в менее сильной степени те же свойства. Электризуется также стеклянная трубка или палочка, если ее натирать шелком; но опыт со стеклом удается лишь в весьма сухом воздухе, если, к тому же, и шелк и стекло, для сухости, хорошо прогреты.

Вот еще забавный опыт с электрическим притяжением. Выпустите через маленькое отверстие содержимое куриного яйца – для этого лучше выдувать его содержимое через другое отверстие, на противоположном конце. Получив пустую скорлупу (отверстия залепляют воском), вы кладете ее на гладкий стол, на доску или на большое блюдо и с помощью наэлектризованной палочки заставляете это пустое яйцо послушно перекатываться вслед за нею. На постороннего наблюдателя, не знающего, что яйцо пустое, опыт этот (придуманный знаменитым Фарадеем) производит озадачивающее впечатление. Бумажное кольцо или легкий шарик также следуют за наэлектризованной палочкой.

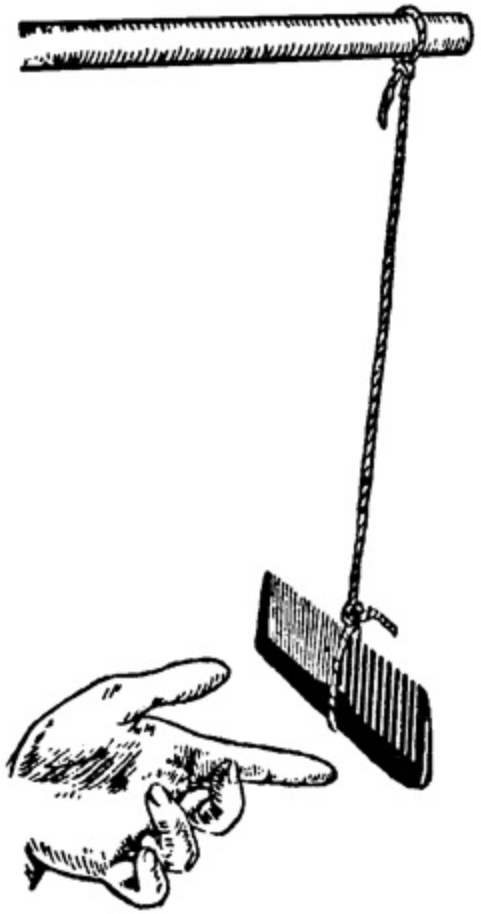
33. Притяжение жидкостей



Притягиваются к наэлектризованным вещам не только твердые предметы, но и жидкости. Нет ничего легче, как обнаружить электрическое притяжение, например, водяной струи: гребень, проведенный по волосам, приблизьте к тонкой струе воды, вытекающей из водопроводного крана – струя заметно изогнется по направлению к гребню. Гребень нужно держать недалеко от начала струи, сантиметрах в двух от нее. Если струя тонка, она настолько чувствительна, что опыт удается во всякую погоду.

Вот старинный опыт с притяжением жидкости, описанный Тиндалем [17] . «Налейте в маленькое часовое стеклышко или чашечку для краски какого-нибудь растительного масла так, чтобы эта жидкость образовала выпуклую поверхность, немного выдающуюся над краем сосуда. Если держать над такою поверхностью сильно наэлектризованную стеклянную трубку, то на масле образуется несколько выступов, и каждый из них дает струю брызг по направлению к палочке».

34. Взаимодействие



Механика учит, что одностороннего притяжения – и вообще одностороннего действия – быть не может: всякое действие есть взаимодействие. Значит, если наэлектризованная палочка притягивает разные предметы, то она и сама притягивается к ним. Чтобы убедиться в существовании этого притяжения, нужно только сообщить гребню или палочке подвижность, например подвесив ее на нитяной петле (лучше, если нить шелковая). Тогда легко обнаружить, что всякий ненаэлектризованный предмет – хотя бы ваша рука – притягивает гребень, заставляет его поворачиваться и т. п.

Это, повторяем, общий закон природы, проявляющийся всегда и всюду: всякое действие есть взаимодействие двух тел, действующих друг на друга в противоположном направлении. Действия одностороннего, не сопровождающегося противодействием того тела,

на которое действие обращено – никогда в природе не бывает.

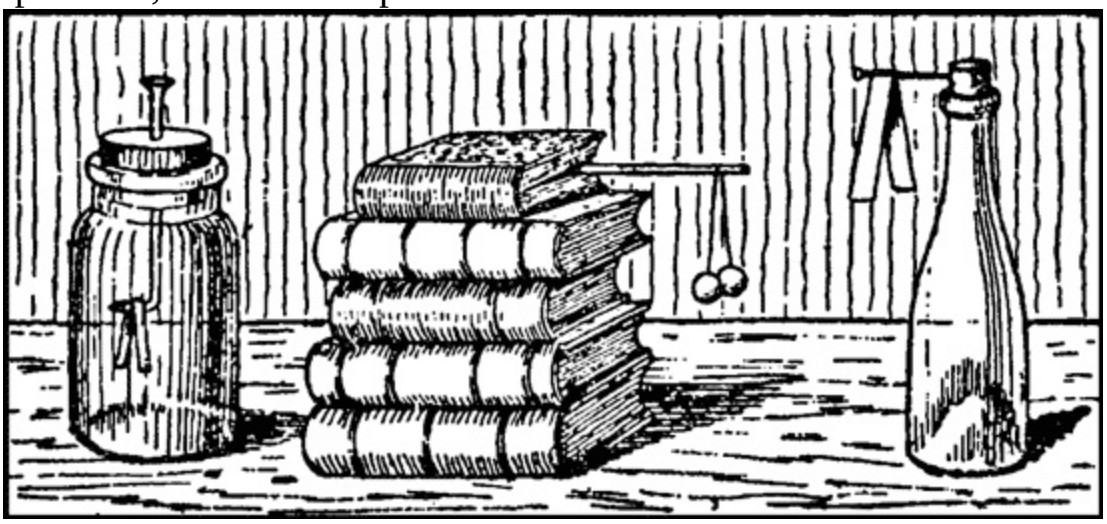
35. Электрическое отталкивание

Возвратимся к сейчас описанному опыту с подвешенным наэлектризованным гребнем. Мы видели, что он притягивается всяким ненаэлектризованным телом. Интересно испытать, как действует на него другой, тоже наэлектризованный предмет. Опыт убедит вас, что это взаимное действие двух наэлектризованных тел может быть различно. Если вы приблизите к наэлектризованному гребню наэлектризованную стеклянную палочку, то оба предмета будут притягивать друг друга с заметною силою. Но если приблизите к гребню наэлектризованную сургучную палочку или другой гребень, – то взаимодействие проявится в форме отталкивания.

Физический закон, охватывающий интересующие нас явления, гласит: электричества разноименные притягиваются, одноименные – отталкиваются. Одноименными будут электричества гуттаперчи [18] или сургуча (так называемое «смоляное», или отрицательное); разноименными – электричество смоляное и электричество стекла, т. е. «стеклянное» (положительное). Старинные названия – «смоляное» и «стеклянное» электричества – теперь уже не употребляются и совершенно вытеснены названиями «отрицательное» и «положительное» электричества.

На отталкивании одноименно наэлектризованных тел основано устройство простого прибора для обнаружения электричества, – так называемого «электроскопа» (слово «скоп» происходит от греческого слова, означающего «показывать»; по тому же образцу составлены слова: телескоп, микроскоп и др.). Вы сами можете устроить этот несложный прибор (см. рис., налево). Через середину картонного кружка или пробки, могущих прикрыть отверстие банки, продевают стержень; часть его должна выступать наружу; к концу стержня приклеивают воском две полоски сусального золота, фольги или папиросной бумаги. Затем втыкают пробку в горлышко или прикрывают его картонным кружком, залив края сургучом, – и электроскоп готов к употреблению. Если теперь к выступающему концу стержня вы поднесете наэлектризованное тело, то электролизация сообщится и обеим полоскам золота; они наэлектризуются одноименно

и потому разойдутся вследствие взаимного отталкивания; расхождение листочков, более или менее продолжительное, и является несомненным признаком того, что предмет, которым прикоснулись к стержню электроскопа, был наэлектризован.



Если вам не дается искусство мастерить, вы можете устроить электроскоп еще проще; он будет не так удо – бен и чувствителен, но все же пригоден к употреблению. Подвесьте к деревянной палочке на ниточках два шарика из бузинной сердцевины так, чтобы, свешиваясь, они соприкасались. Вот и электроскоп: прикоснувшись к одному шарику испытуемым предметом, вы заметите, что другой шарик отклонится в сторону, если предмет был наэлектризован.

Наконец на рисунке вы видите еще один тип упрощенного электроскопа: на булавку, воткнутую в пробку, навешана согнутая посередине полоска фольги. Дотрагиваясь наэлектризованным предметом до булавки, вы вызовете расхождение обеих половин согнутой полоски.

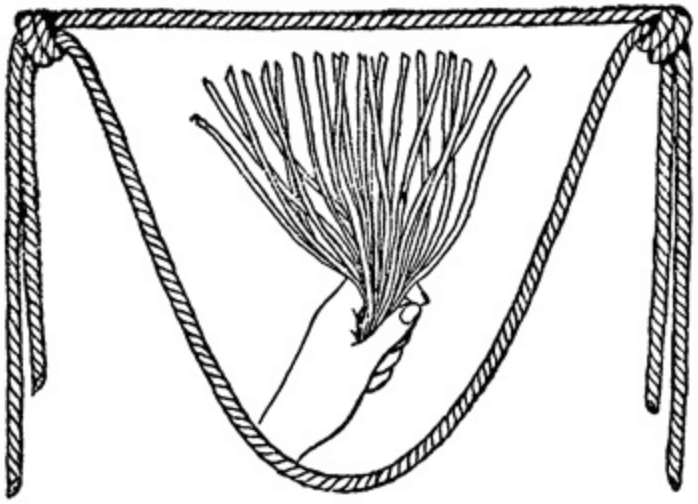
36. Наэлектризованная газета

Приложите к натопленной изразцовой печке (или положите на поверхность достаточно остывшей кухонной плиты) газетный лист и натрите крепко несколько раз обыкновенной платяной щеткой. Газета пристанет к печке, и когда вы будете ее отдирать, то услышите легкое потрескивание – признак того, что газетный лист наэлектризован. Если опыт производится в темноте, вы увидите при этом фиолетовые электрические искорки. А приблизив к краю листа палец, ключ или иной металлический предмет, вы извлечете из газеты довольно длинные – до дюйма – искры. Чем больше газетный лист, тем более длинные искры вы можете из него извлечь и тем чувствительнее тот, во всяком случае безвредный, легкий укол, который вы при этом почувствуете, если будете извлекать искры непосредственно пальцем.

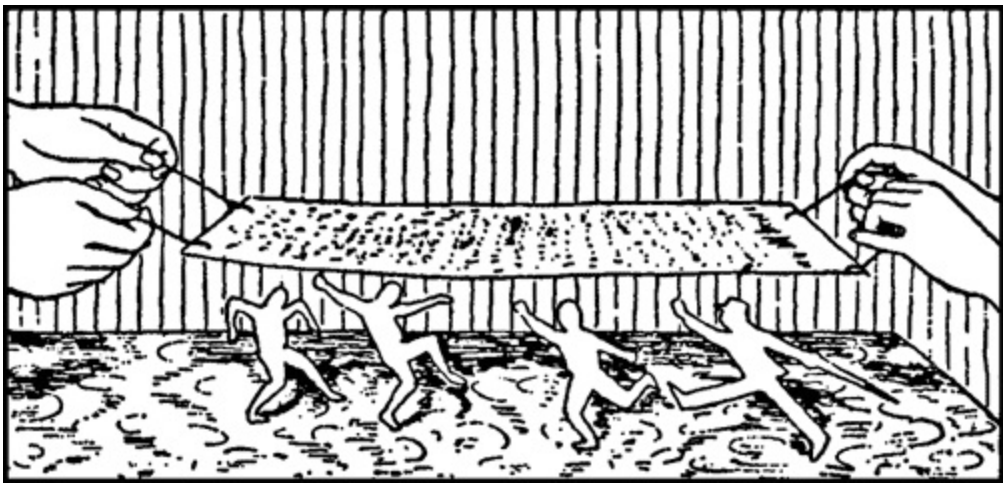
Опыт этот можно произвести и иначе: лист только нагреть (вернее – высушить) у печки, а растирать его на сухом деревянном столе.

Чтобы наэлектризованная газета сохраняла свои электрические свойства, а не утрачивала их при прикосновении к ней руками, нужно брать ее не прямо пальцами, а за шелковые шнурки или ленточки, привязанные к ее краям.

Если подобным же образом вы натрете не газету, а пучок бумажных лент, то, подняв пучок за один – связанный – конец, вы увидите, как свободные концы разойдутся врозь, словно сноп или султан, расталкиваемые наэлектризовавшим их одноименным электричеством.



37. Электрическая пляска

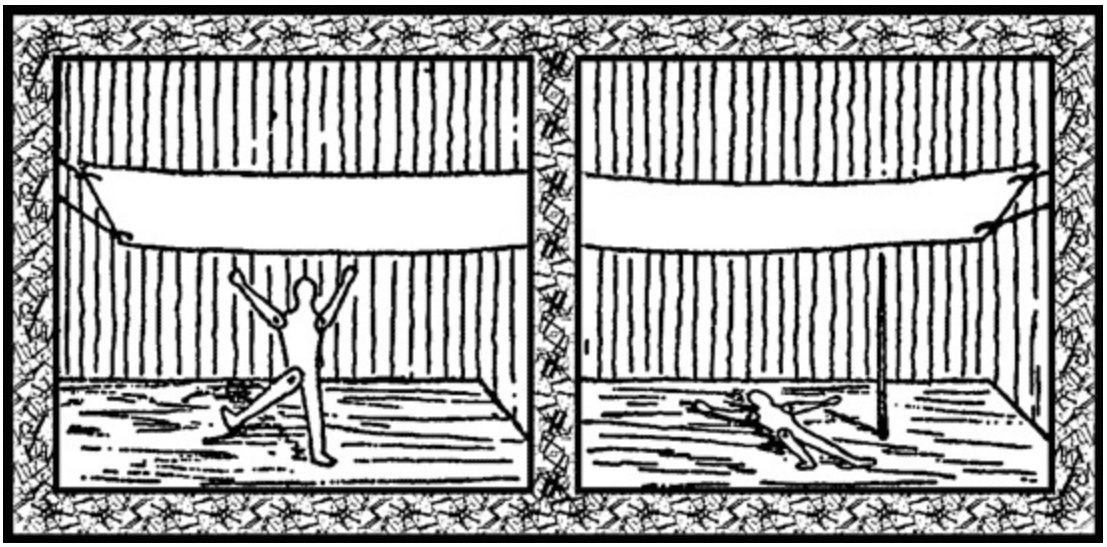


С помощью газетного листа, наэлектризованного описанным сейчас способом, можно проделать следующий красивый опыт.

Вырежьте из папиросной бумаги небольшую фигурку бабочки и привяжите ее к нитке. Если вы будете держать над ней за шелковинки наэлектризованный газетный лист, то бабочка притянется к нему и начнет как бы парить в воздухе, удерживаемая, как воздушный шар на привязи, привязанной к ней ниткой.

Вот еще опыт с наэлектризованной газетой. Вырежьте из бумаги несколько фигурок и к ноге каждой привяжите по крупной бисеринке, достаточно тяжелой, чтобы своим весом удерживать всю фигурку на месте, когда на нее дуют. Если теперь будете водить наэлектризованной бумагой над этими фигурками, то последние, притягиваемые бумагой и удерживаемые бисеринками, будут исполнять довольно забавный танец – нечто подобное тому, что изображено на нашем рисунке.

38. Громоотвод

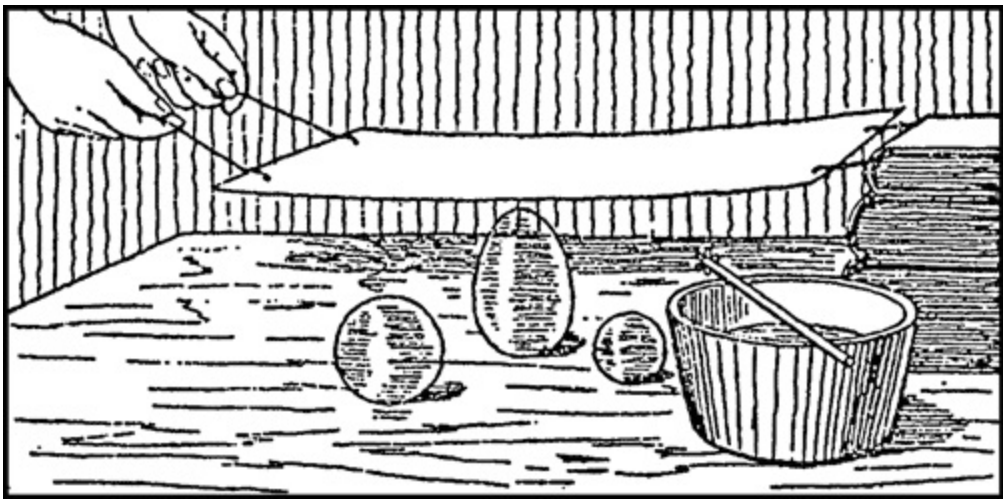


При помощи наэлектризованного листа бумаги можно наглядно показать защитительное действие громоотвода. Роль грозового облака будет играть опять-таки наэлектризованная газетная бумага. Роль жертвы исполнит игрушечный паяц, изготовленный из легкой бумаги. Роль громоотвода – воткнутая возле паяца большая игла.

Сначала проделайте опыт без громоотвода. Пусть «грозовая туча» проносится над лежащим паяцом: фигурка встанет торчком, вытянув руки вверх. Дотроньтесь пальцем до бумажной «грозовой тучи»: она утратит свои электрические свойства, «разрядится», – а бедный паяц безжизненно упадет на стол. Он испытал так называемый «возвратный удар».

Теперь проделайте тот же опыт над паяцом, защищенным «громоотводом». Вы убедитесь, что электричество «тучи» на него совершенно не действует. Игла обезвреживает гибельное действие вашего грозового облака.

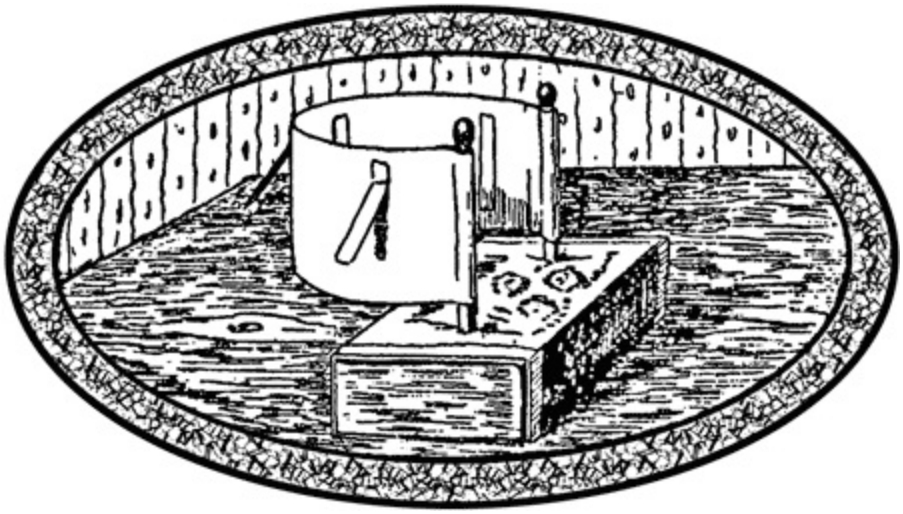
39. Наэлектризованные мыльные пузыри



Если осторожно бросить на стол, покрытый шерстяной скатертью, мыльный пузырь, то он не лопнет, а некоторое время сохранится в целости. Воспользуйтесь этим для выполнения любопытного электрического опыта. А именно: приблизьте к нему наэлектризованный лист, которым вы пользовались при предыдущих опытах; вы заставите этим пузырь сначала вытянуться, приняв яйцевидную форму, а затем и подскочить к листу.

Если проделать этот опыт с несколькими пузырями сразу, то перед вами разыграется довольно забавная пляска мыльных пузырей.

40. Одна из особенностей электричества



При помощи легко выполнимого самодельного прибора вы можете удостовериться в одной интересной и очень важной особенности электричества – скопляться только на поверхности предметов и притом лишь на выпуклых, выдающихся его частях.

Каплей сургуча приклейте спичку стоймя к спичечной коробке; приготовьте две таких подставки. Затем вырежьте бумажную полосу шириною примерно в спичку и длиною спички в три. Края бумажной полосы заверните трубочкой так, чтобы можно было надевать ее на наши спичечные подставки. К бумажному листу приклейте с каждой стороны по 3–4 узких ленточки из тонкой папиросной бумаги (см. рисунок) и наденьте полосу на спичечные подставки.

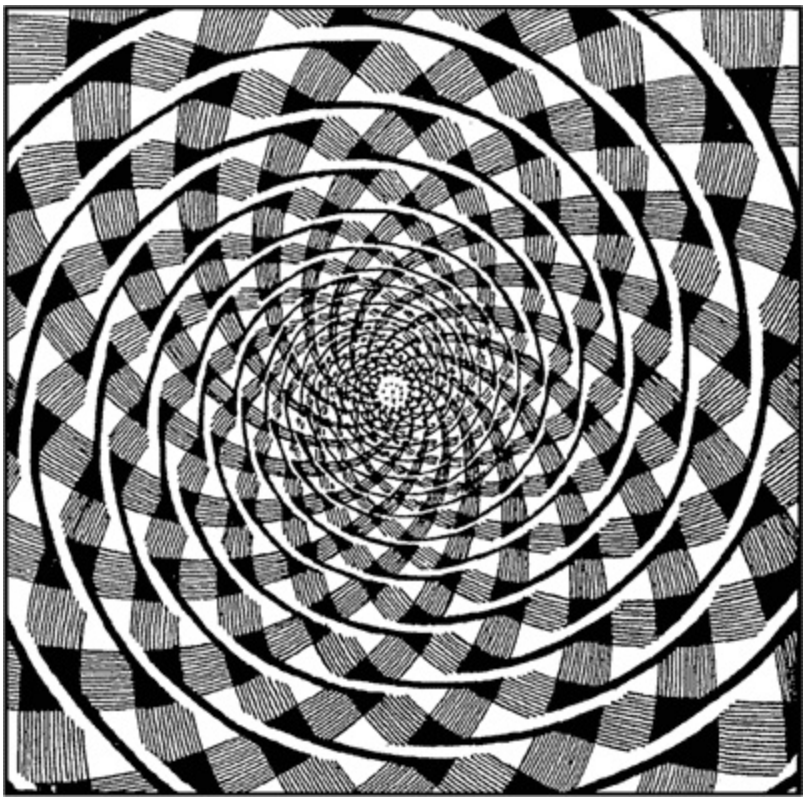
Теперь можно делать с нашим прибором опыты. Вытянем бумажную полосу и дотронемся до нее наэлектризованной сургучной палочкой: бумага и все ленточки на ней наэлектризуются одноименно; это обнаружится тем, что ленточки оттопырятся на обеих сторонах бумажной полосы.

Разместите подставки так, чтобы полоса изогнулась дугой, и тогда наэлектризуйте ее: ленточки оттопырятся только на выпуклой стороне полосы, на вогнутой же будут свисать по-прежнему. Это показывает, что электричество собралось лишь на выпуклой стороне. Придайте бумажной полосе форму буквы S – и вы опять убедитесь, что электричество обнаруживает свое присутствие только на выпуклой

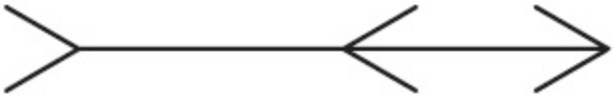
части бумаги.

На этом мы покончим наши электрические опыты. Чтобы выполнять их вполне сознательно, необходимо иметь хотя бы самые первоначальные сведения из учения об электричестве [19] . Без этого можно только приобрести некоторый запас наблюдений, который пригодится при позднейшем, уже систематическом изучении физики.

НЕ ВЕРЬ СВОИМ ГЛАЗАМ!



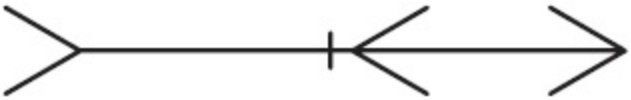
Папа нарисовал на бумаге стрелку, вот такую:



и спросил у Миши:

– Можешь ты показать карандашиком, где середина этой стрелки?

Миша взял карандаш, прикинул на глаз и поставил посередине стрелки черточку, вот так:

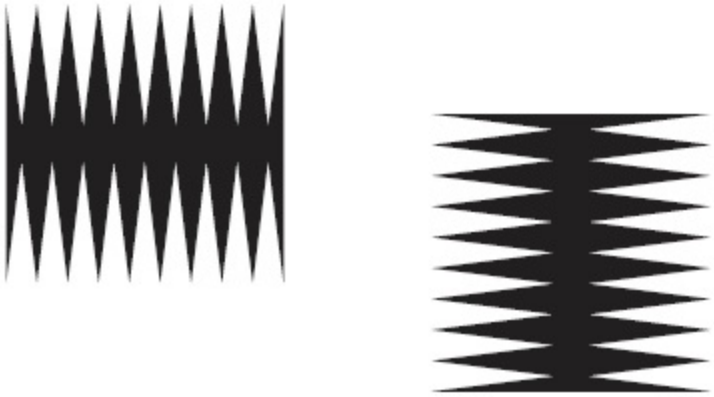


Ведь верно сделал, не правда ли? И вы бы так сделали.

– Теперь, – говорит папа, – возьми бумажку и измерь обе половинки, действительно ли они равны.

Миша взял бумажку, смерил – и что же? Оказывается, середина-то вовсе не там, где Миша наметил, а там, где, казалось бы, ей вовсе быть не следует! Проверьте сами – вы тоже удивитесь.

Потом папа нарисовал два гребня, вот такие:



и спросил у Миши:

– Какой гребень шире и какой выше?

– Правый выше, левый шире, – ответил Миша.

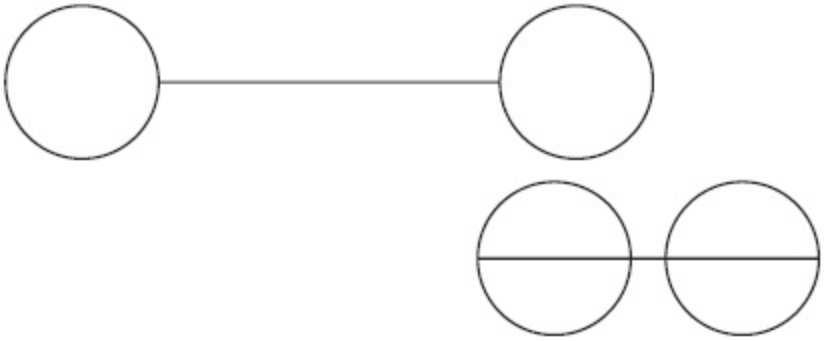
И верно ответил, не правда ли? Вы бы то же самое сказали.

– Ну, а теперь, – сказал папа, – проверь бумажкой, какой в самом деле шире и какой выше.

Миша смерил – и что же? Оказывается, оба гребня одной высоты и одной ширины! Проверьте сами бумажкой.

Затем папа нарисовал две пары кружочков, провел прямые линии от одного кружка к другому, как показано здесь, и спросил у Миши:

– Какая из прямых линий длиннее – та, что налево, или та, что направо?



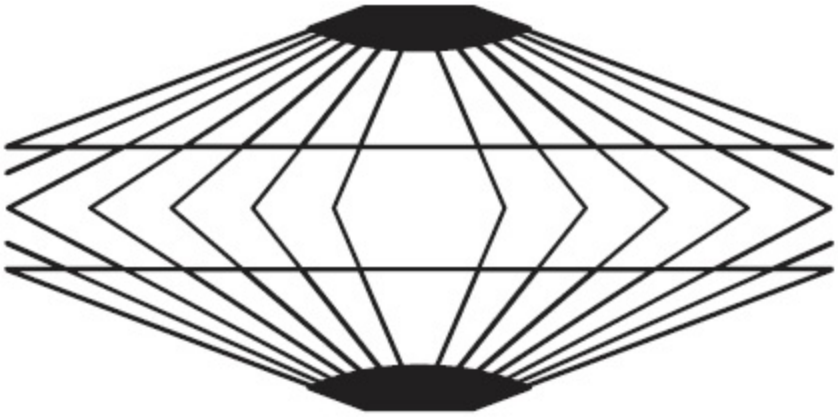
– Конечно, та, что налево, – ответил Миша.

И правильно ответил, не так ли? Вы разве другое сказали бы?

– А теперь, – сказал папа, – измерь-ка да сравни бумажкой обе линии.

Миша сравнил бумажкой – и глазам не поверил: линии-то оказались равные!

Тогда Мишин папа сделал еще чертеж, такой как здесь, и спросил у Миши: – Как ты думаешь: длинные линии, что идут слева направо, сходятся к концам или расходятся?



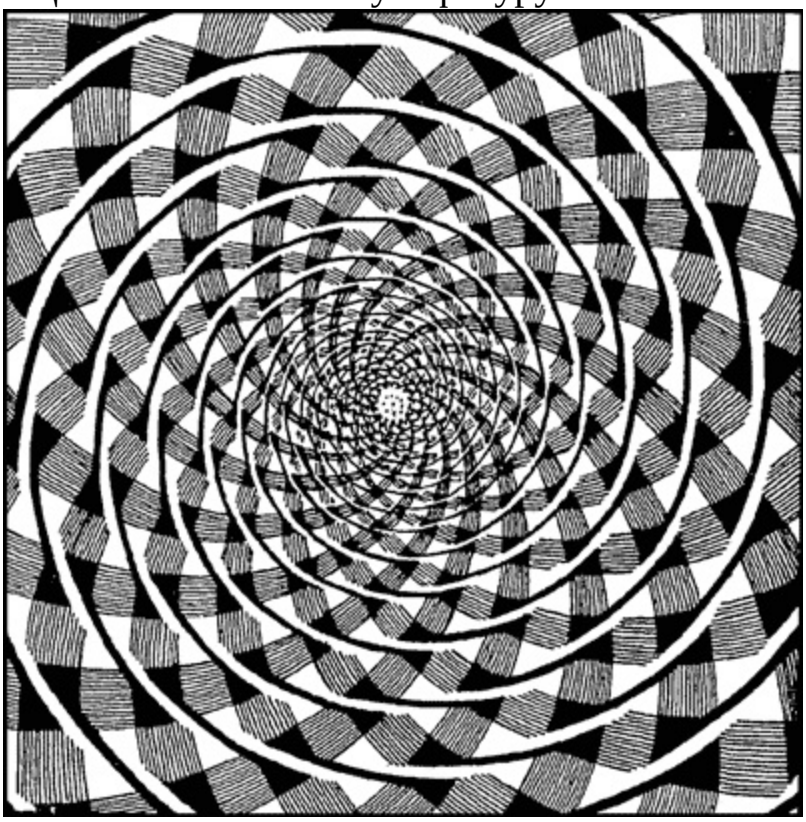
– Расходятся, – сказал Миша.

Ответ верный – ведь и вы сказали бы, что линии к концам расходятся. Разве не так?

– Ну-ка, – сказал папа, – приложи прямой край бумажки и проверь, расходятся линии или сходятся?

Миша проверил. Что же оказалось? Обе линии идут прямо и не сходятся ни у краев, ни у середины!

Еще показал папа такую фигуру:



и спросил у Миши:

– Если ты уткнешь кончик заостренной спички в какое – нибудь

место той линии, которая здесь завивается, и будешь водить по этой линии, куда ты придешь?

– Приду, – ответил Миша, – или в самую середину фигуры, или же выйду к ее краю, смотря по тому, в какую сторону водить спичку.

Разве вы ответили бы иначе? Наверное то же самое сказали бы.

– Бери же спичку, – сказал тогда папа, – и проделай это. Посмотрим, куда ты в самом деле придешь.

Уткнул Миша спичку в завитую линию, водит, водит по бумаге; но странное дело: никуда не выходит – ни к середине фигуры, ни к краю! Все время вертится, словно по кругу. Проделайте сами – увидите!

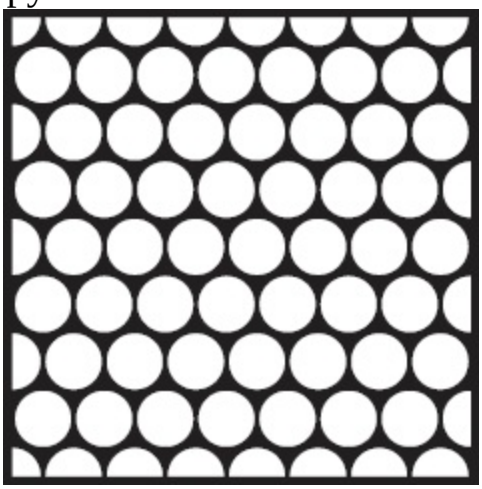
– Да это никак круги! – изумился Миша.

– Круги и есть, – ответил папа.

– Прямо глазам не верю! – крикнул Миша. – Неужели же эти завитушки – круги?

– Глазам и не надо без оглядки верить, – сказал папа. – Всегда нужно проверять то, что видишь.

Папа отошел от Миши шагов на пять и показал издали такую фигуру:



– Что ты тут видишь? – спросил папа.

– Вижу белые шестиугольники, словно пчелиные соты.

– А не пятиугольники? Вглядись-ка пристальнее.

Миша посмотрел внимательнее.

– Нет, шестиугольники! Ясно вижу шестиугольники.

Наверное вы тоже видите шестиугольники, а не что-либо другое. Ведь так?

Представьте же себе Мишино удивление, когда папа поднес фигуру поближе. Никаких нет в ней шестиугольников, никаких

пятиугольников, – имеются одни только ровненькие кружочки! А ведь Миша собственными глазами видел на ней шестиугольники!

Много еще случается видеть собственными глазами такого, чего на самом деле вовсе нет.

Посмотрите, например, на красноармейца, который здесь нарисован.

Когда папа спросил Мишу, в кого стрелок целится, – Миша ответил:

– Прямо в меня!

И вам тоже кажется, что он метит прямо в вас, не правда ли?

– Так отойди же в сторону, – сказал Мише папа, – и взгляни на стрелка оттуда.

Миша отодвинулся вправо, – но что за диво: стрелок опять прямо в него целится!

– Что он, никак повернулся в мою сторону?

– Попробуй-ка отойти влево, – сказал папа. – Может быть, тогда он в тебя не попадет.

Миша отошел влево, – но и стрелок повернулся вслед за ним и снова палит в Мишу.

– Живой портрет! – закричал Миша. – За мной всюду следит,

голову и револьвер поворачивает…

Проделайте то же, что Миша делал: отходите от картинки вправо и влево – увидите, что стрелок, словно живой, поворачивается всякий раз в вашу сторону. Вам никак от него не увернуться.

На самом же деле, вы понимаете, картинка остается какою была; на ней ровно ничего не меняется. Все это только обман зрения.

– Бывают обманы зрения еще удивительнее, – сказал папа. – Случается на белой стене, где ничего не нарисовано, видеть большой портрет или другую картину, иногда даже в красках. Хочешь попробовать? Положи перед собою странный рисунок (см. след. стр.) и гляди пристально в одну его точку, не сводя с нее глаз. Гляди и считай про себя: «один, два, три»… Когда досчитаешь до ста, взгляни на потолок – и скоро увидишь там в увеличенном виде тот же самый рисунок, но только не черным по белому, а белым по темному.

Миша так и сделал – и действительно увидел на потолке большой серый рисунок.

– Откуда он там взялся? – удивился Миша.

– Его вовсе и нет там: это обман зрения. Сейчас ты его опять не будешь видеть.

И в самом деле: рисунок вскоре расплылся и пропал без следа; потолок стал белым, как был раньше.

– Удивительный обман зрения, – продолжал папа, – случилось мне видеть давно в нашем городе. Приехал фокусник и объявил, что будет показывать за деньги отрубленную человеческую голову, которая водит глазами, со всеми разговаривает, даже курит… Я пошел посмотреть эту диковинку. Захожу в комнату; вижу, стоит посередине столик, на нем тарелка, а на ней действительно человеческая голова. Живая голова: глазами двигает, смотрит на публику, разговаривает. Гляжу под столик – пусто, ничего нет. Вот чудо-то!

– Как же это живая отрубленная голова? – удивился Миша. – Ведь это не может быть!

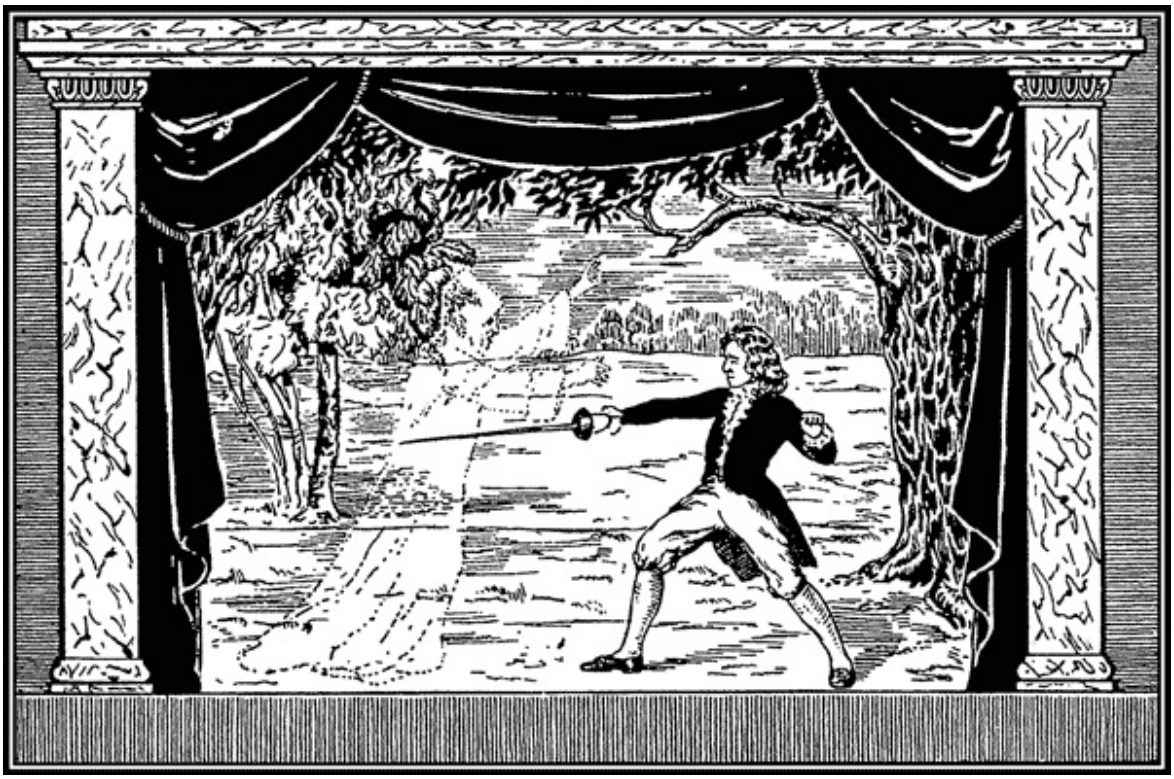
– В том-то и дело, что этого вовсе и не было, а был только обман зрения. Оказывается, под столом сидел живой человек, просунув голову через дырку в верхней доске стола. А чтобы не видно было туловища человека, между ножками стола поставлены зеркала; в зеркалах отражался пол, и казалось со стороны, что под столом пусто. Столик

огорожен был, чтобы близко никто не подходил.

– Как же ты узнал про зеркала?

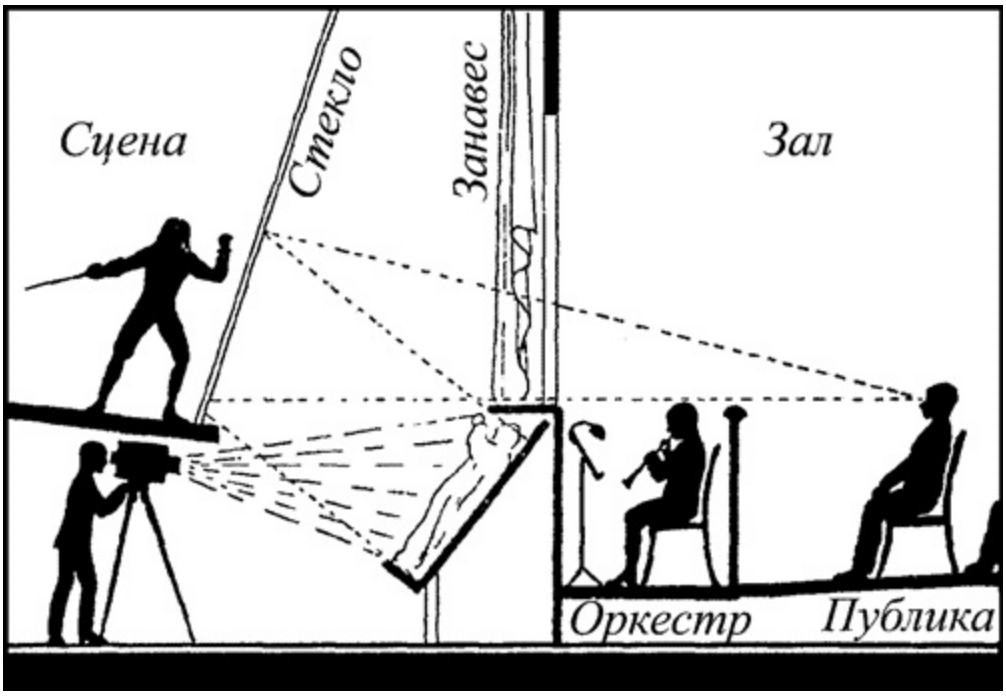
– Очень просто: я скомкал газету и кинул ее под столик. Бумажный ком отскочил от стекла и лег рядом на пол, а под столиком появился тогда другой бумажный ком, точно такой же – его отражение. Тогда всем стало ясно, что столик отгорожен зеркалами и что под ним, значит, вовсе не пусто.

– Другой фокусник показывал мнимое чудо иного рода: призрак. Никаких призраков на свете не бывает, а тут нам обещали показать призрак за небольшие деньги. Интересно было посмотреть. Вместе с другими любопытными я вошел в зал. Мы сели и стали смотреть на сцену, где стоял фокусник. Вдруг рядом с ним, неизвестно откуда, явилась какая-то прозрачная фигура, которая двигалась, как живая. Фокусник выхватил шпагу и храбро кинулся на нее. Но, сколько ни колол, ничего ей не делалось: шпага протыкала призрак, не оставляя никакого следа. Фокусник даже несколько раз прошел через эту фигуру насквозь, словно через воздух, и она оставалась по-прежнему цела.



– Что же это было такое? – нетерпеливо спросил Миша.

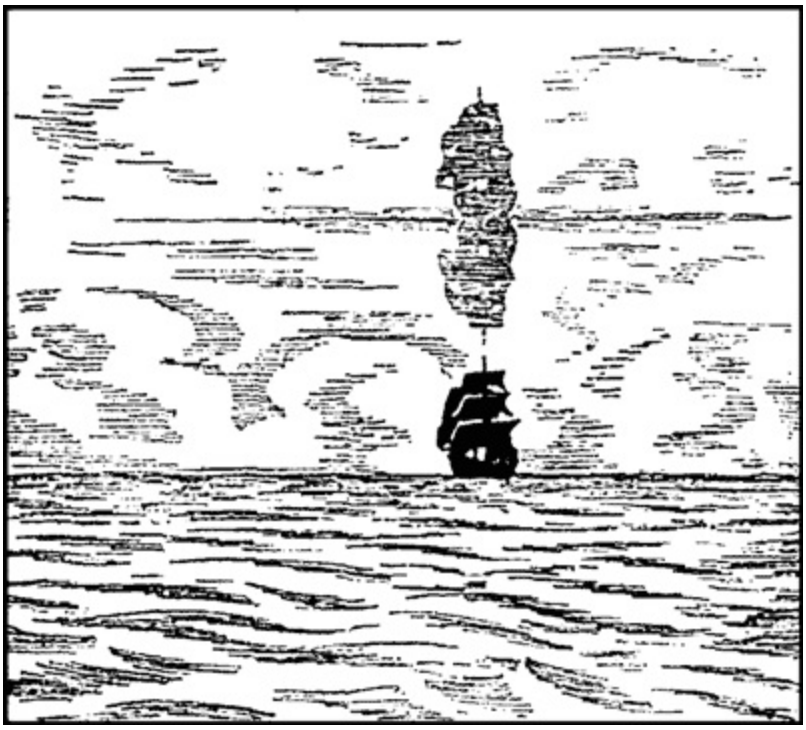
– Опять обман зрения. На сцене никакой фигуры в действительности не было. Потом я узнал, как все это подстраивается. Между публикой и сценой стоит наклонно большое стекло. Оно такое гладкое и так хорошо вычищено, что мы смотрим на сцену и вовсе его не замечаем. Оно прозрачно, как воздух. А внизу перед сценой, невидимо для публики, движется человек, помощник фокусника, одетый в широкое белое платье. Этот-то человек, хорошо освещенный фонарем, отражается в стекле, как в зеркале, только не так отчетливо. Вот публике и кажется, что на сцене ходит призрак: ведь отражение не поранишь шпагой, не разрежешь пополам! Посмотри на этот рисунок:



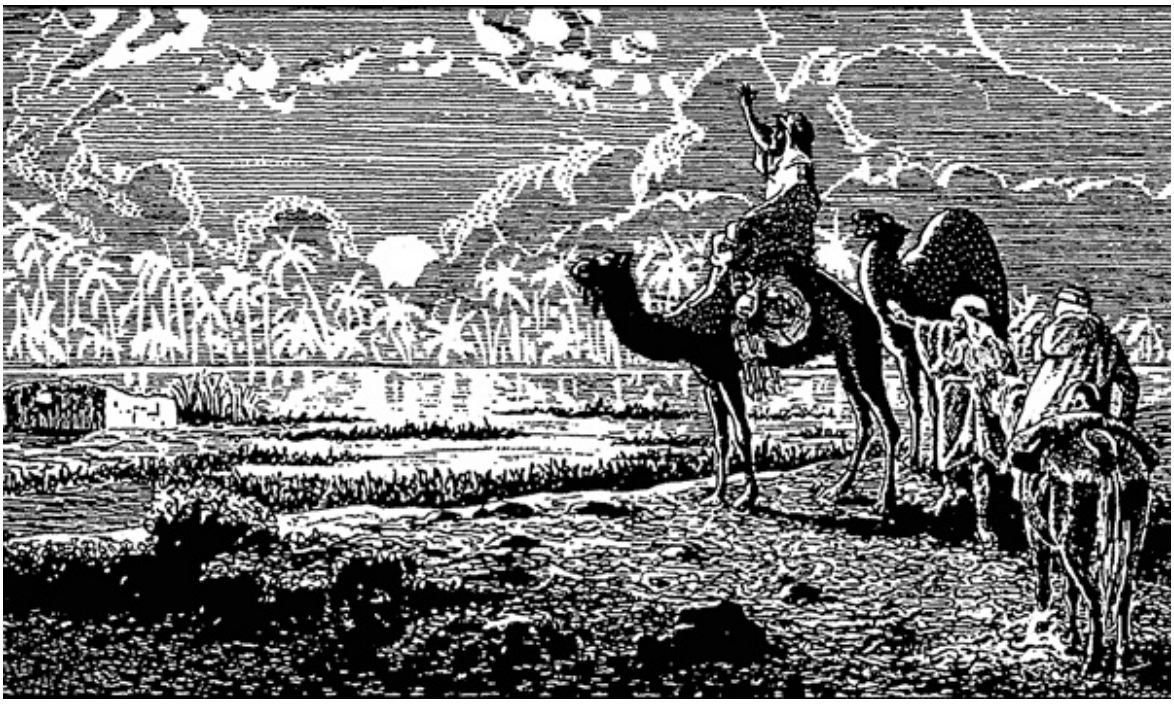
тут показано, каким образом устраиваются такие обманы зрения.

– Бывает и так, – продолжал папа, – что обман зрения никем не устроен заранее, а делается сам собою. Такие обманы зрения видят иногда люди, проезжающие через знойные пустыни. Это – *марево*, или *мираж*. Вот как описывает мираж один путешественник, проезжавший через африканскую пустыню:

«Утром и вечером земля имеет обыкновенный вид. Между вами и ближайшими селениями вы видите только землю. Но с того часа, как почва достаточно нагреется солнцем, и до самого вечера земля вдалеке от вас словно покрывается водою. Селения кажутся островами посреди обширного озера. Под каждым селением видно его перевернутое, несколько туманное изображение, как если бы перед вами была отражающая поверхность воды. Когда вы подходите к селению ближе, берег кажущейся воды уходит назад; тот морской залив, который как будто отделял вас от селения, становится уже и наконец пропадает вовсе. Но тогда то же самое повторяется с новым селением, видимым дальше».



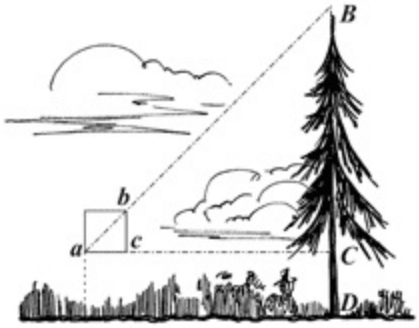
Эта несуществующая вода – обман зрения: нагретый воздух над раскаленным песком пустыни отбрасывает лучи света наподобие зеркала, и оттого кажется, что земля вдалеке залита водой, в которой и отражаются предметы. Случаются миражи и иного рода, когда далекие предметы, например – корабли на море, как бы отражаются не от нижних, а от верхних слоев воздуха. Тогда видны в небе над настоящими кораблями их перевернутые отражения. Иной раз видны бывают на небе даже два отражения далекого корабля – одно прямое, другое перевернутое. Такие миражи случаются нередко и в нашей стране.



Мираж в пустыне.

– Ты видишь, – закончил папа свой рассказ, – что не всегда можно верить своим глазам. Глаза часто обманывают нас, показывают совсем не то, что есть на самом деле. И чтобы не поддаваться таким обманам зрения, надо всячески проверять свои глаза. Проверять, если возможно, хотя бы руками, ощупывая то, что видишь. Но всего лучше проверять своим умом: хорошенько вдумываться в то, что видишь. Словом, если не хочешь быть обманутым своим зрением, *смотри не одними глазами, а всей головой!*

РАЗВЛЕЧЕНИЯ СО СПИЧКАМИ



1. Маленькая палата мер

Метрические меры из спичек

Держа в руке коробок спичек, вы, конечно, не подозреваете, что владеете чем-то вроде маленькой переносной палаты мер. Дело в том, что обыкновенная спичка может иной раз, когда ничего лучшего под рукой не имеется, заменить меру длины. Спички изготовляются почти всегда одинаковой длины, – чаще всего в 5 сантиметров. Поэтому вы и можете пользоваться спичкой при нужде, как мерой длины. Отметили длину одной спички – и получили 5 сантиметров; положили в одну прямую линию две спички – и у вас около 10 сантиметров, т. е. так называемый дециметр. Десять спичек, вытянутых в прямую линию, составляют приблизительно 50 сантиметров, т. е. полметра. Наконец, 20 спичек, если вы терпеливо выложите их, конец к концу, по прямой линии, дадут вам примерно длину одного метра.

Конечно, длины получаются при этом не вполне точно, а только приблизительно. Но разве могли бы вы без мерки, хотя бы и приблизительно, наметить длину метра? Попробуйте сделать это прямо, на глаз, – увидите, как грубо вы ошибетесь. Спички помогают избегать таких грубых ошибок, и в этом несомненная польза нашей маленькой палаты мер.

Сейчас мы говорили о метре, дециметре и сантиметрах. Но в метрической системе есть мера еще меньше сантиметра. Это десятая часть сантиметра – миллиметр. Если вам не приходилось еще иметь дело с миллиметрами при работе за станком или чертежной доской, то вы, я уверен, не в состоянии будете даже приблизительно указать на память величину этой меры. Имея же под рукой спичку, вы справитесь с этим вполне удовлетворительно. Вам не придется делить длину спички на 50 равных частей, как, быть может, подумает иной читатель, зная, что в 5 сантиметрах заключается 50 миллиметров. Нет, вам достаточно будет помнить, что *толщина* спички – 2 миллиметра. Если я спрошу вас теперь, сколько миллиметров имеет в толщину карандаш, то, не имея под руками мерки, вы уже не станете гадать на глаз, а сравните толщину карандаша с толщиной спички; таким путем вы легко установите, что толщина карандаша – около 7 миллиметров (потому что она больше

толщины спички примерно в 3 1/2 раза).

Итак, запомним же твердо обычные размеры спички:

СПИЧКА:	длина — 5 сантиметров, толщина — 2 миллиметра.

Прежние русские меры из спичек

Предположите, что к вам попала в руки старая книга, в которой все размеры указаны не в метрической системе, а в прежних русских мерах. Вы пожелаете узнать хотя бы приблизительно длину аршина, чтобы отчетливо представить себе то, о чем говорится в книге (например, размеры самодельной лодки, лыж или чего-нибудь в этом роде). Раздобыть же аршин и теперь уже не легко, а через несколько лет его вовсе нельзя будет отыскать ни в продаже, ни в обиходе. Как же вам быть?

Выручит вас все та же маленькая палата мер, которая кроется в спичечном коробке. Существует очень интересное и довольно точное соотношение [20] между метром и аршином: если по сторонам прямого угла отмерить по полметра, то прямая линия, соединяющая свободные концы отмеренных линий, равна аршину (рис. 1). Мы можем воспользоваться этим соотношением:

Рис. 1. Соотношение между метром и аршином.

выложим в прямой ряд 10 спичек, затем от конца его, под прямым углом к первому ряду, выведем другой такой же (см. рис. 2) и измерим расстояние между свободными концами рядов: это и будет примерно аршин.

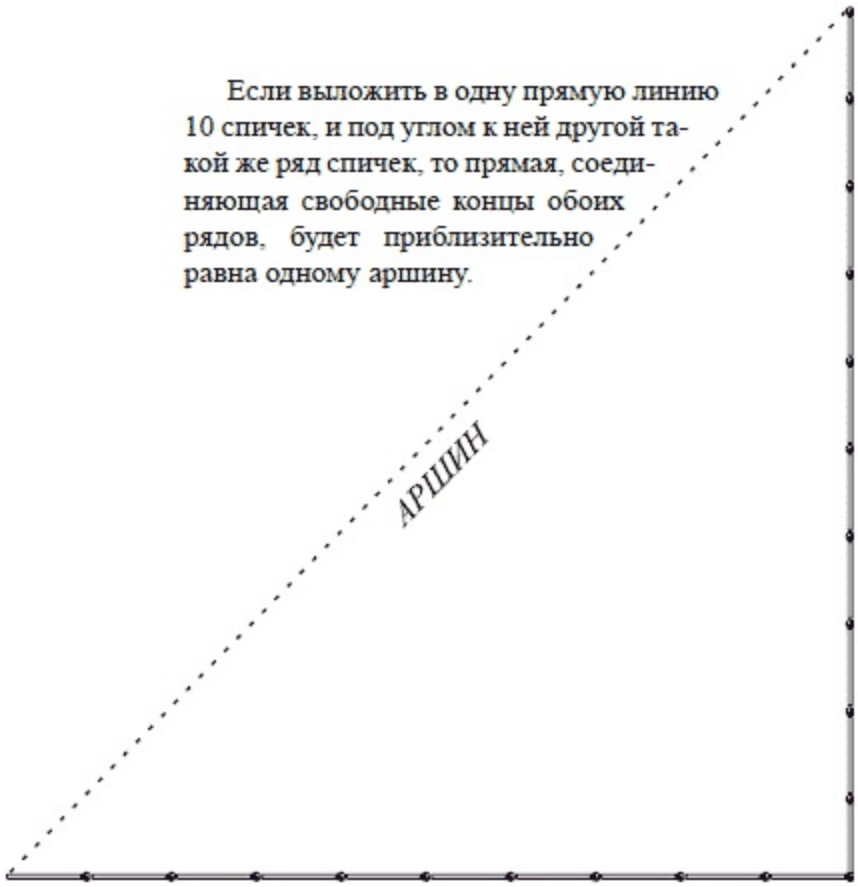


Рис. 2. Как с помощью 20 спичек получить приблизительно длину аршина.

Если нам нужен не целый аршин, а пол-аршина, то составим ряды не из 10 спичек, а только из 5 спичек каждый.

Далее: если вам понадобится узнать примерную длину прежнего русского *фута* – который в точности равен современному английскому футу, – то вы найдете ее, выложив в ряд 6 спичек, потому что фут равен примерно 30 сантиметрам (5x6=30).

Наконец, дюйм – прежний русский или современный английский – легко получить довольно точно, если спичку поделить ровно пополам: дюйм почти равен 2 1/2 сантиметрам [21] .

Как развить глазомер?

Хорошо, конечно, изощрить свой глазомер настолько, чтобы оценивать размеры предметов прямо на глаз, даже и без помощи спичек. Но, чтобы достигнуть такого искусства, нужно некоторое время упражняться. И всего удобнее вести подобные упражнения на спичках, в форме, например, следующей «игры в глазомер».

Играют вдвоем или втроем. Один из играющих отмечает на столе

некоторое расстояние, и все трое должны определить на глаз, сколько спичек поместится в этой длине. Затем выкладыванием спичек проверяют, кто угадал лучше, т. е. чья оценка ближе к истине: этот игрок и получает одно очко. После 25 промеров подсчитывают, у кого больше очков, т. е. кто победитель в состязании на точность глазомера.

Научившись, благодаря этой игре, хорошо оценивать небольшие расстояния в спичках, вы тем самым приобретете навык измерять их по глазомеру в сантиметрах, зная, что длина спички – 5 сантиметров.

2. Спичечные задачи

Коробок спичек – не только крошечная палата мер, но и своего рода ящик с сюрпризами, заключающий в себе обширный выбор забавных, а подчас и довольно замысловатых задач и головоломок. Вот один из многочисленных образчиков подобных задач; для начала избираем очень легкую задачку.

Из четырех квадратов три

Задача 1-я

Перед вами (рис. 3) фигура, составленная из 12 спичек и содержащая 4 равных квадрата. Задача состоит в том, чтобы, переложив 4 спички этой фигуры, получить новую фигуру, состоящую всего из 3-х равных квадратов. В новую фигуру должны, значит, входить те же 12 спичек, но иначе расположенные. Переместить нужно непременно 4 спички – не больше и не меньше.

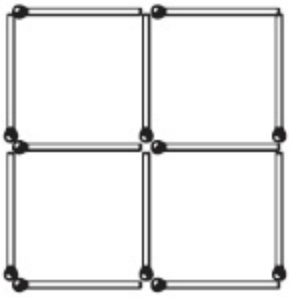


Рис. 3.

Решение

Решение ясно из прилагаемого рис. 4, на котором пунктирными линиями обозначено первоначальное положение спичек.

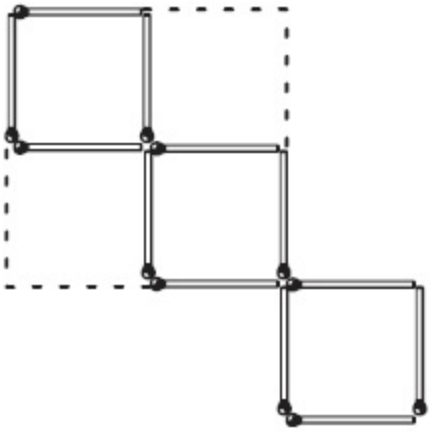


Рис. 4.

Квадрат из спичек *Задача 2-я*

Эта задача замысловатее предыдущей. Возьмите 4 спички и расположите их таким образом, чтобы они образовали 4 прямых угла. Я нарочно не указываю здесь этого первоначального расположения спичек: в его отыскании и заключается суть головоломки. Когда это сделано, переложите одну спичку так, чтобы при новом расположении спички ограничивали квадрат.

Решение

Задачу эту можно решать разнообразными способами, и в этом ее особая занимательность. Можно, например, за первоначальное положение взять то, которое указано на рис. 5 (налево): в этой фигуре четыре прямых угла, обозначенных цифрами 1, 2, 3, 4. Переложить надо, конечно, среднюю спичку этой фигуры, замкнув квадрат.

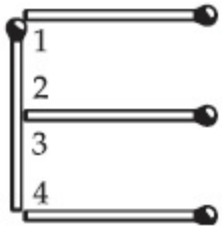


Рис. 5.

Другие примеры начального расположения спичек указаны на рис. 6, 7 и 8. Какую спичку и как надо переложить, – ясно из рисунков.

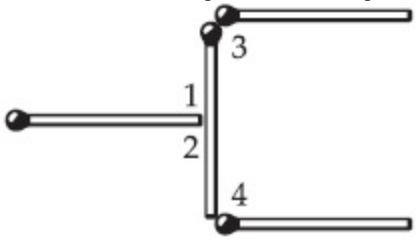


Рис. 6.

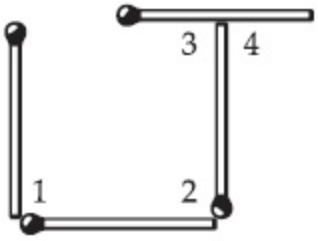


Рис. 7.

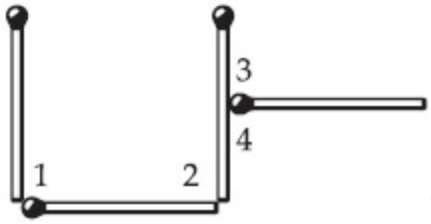


Рис. 8.

Вероятно, читателям удастся отыскать еще и другие способы решения этой задачи, но едва ли посчастливится им напасть на то совершенно неожиданное решение, которое изображено на рис. 9 и 10. Первоначальное расположение спичек берется такое, как на рис. 9. Для получения же квадрата верхняя спичка чуть отодвигается вверх (рис. 10): получается крошечный квадратик, «ограниченный 4-мя спичками».

Рис. 9.

Рис. 10.

Это оригинальное решение вполне правильно и удовлетворяет условиям задачи: ведь не требовалось, чтобы квадрат получился непременно большой! **Еще спичечные задачи**

Рассмотренные сейчас две задачи дают представление о характере тех головоломок, которые можно извлечь из спичечного коробка. Число задачек этого рода так велико, что лет двадцать тому назад один

немецкий автор (Тромгольд) собрал в отдельную книгу свыше 200 самых разнообразных спичечных головоломок. В свое время книжечка эта имелась и в русском переводе (С. Тромгольд. «Игры со спичками». Одесса. 1907). Так как в наше время ее уже, к сожалению, нет в продаже, то позволяю себе привести здесь из нее десятка два задач, по образцу которых читатель, без сомнения, сможет уже и сам составить длинный ряд других. Многие из них легки, но попадаются и очень замысловатые. Чтобы не лишать читателя удовольствия доискаться решения самостоятельно, победоносно выйдя из хитро расставленных для него затруднений, ответы напечатаны не сразу после задач, а собраны вместе в конце всей главки [22] .

Начнем с более легких:

Задача 3-я

а) Переложить 2 спички так, чтобы получилось 7 равных квадратов.

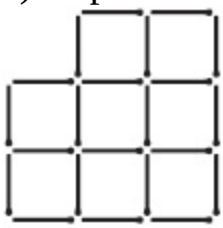


Рис. 11.

в) Из полученной фигуры вынуть две спички так, чтобы осталось 5 квадратов. *Задача 4-я*

Вынуть 8 спичек так, чтобы из оставшихся образовалось 4 равных квадрата (есть 2 решения).

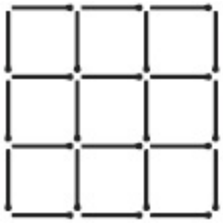


Рис. 12.

Задача 5-я

Вынуть 4 спички так, чтобы образовалось 5 равных или 5 неравных квадратов.

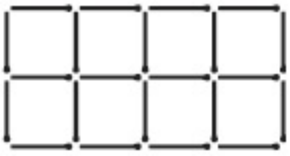


Рис. 13.

Задача 6-я

Вынуть (рис. 12) 6 спичек так, чтобы из оставшихся образовалось 3 квадрата.

Задача 7-я

Переложить 5 спичек так, чтобы получилось 2 квадрата.

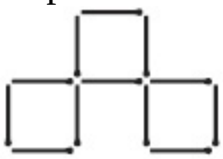


Рис. 14.

Задача 8-я

Отобрать 10 спичек так, чтобы осталось 4 равных квадрата (есть 5 решений).

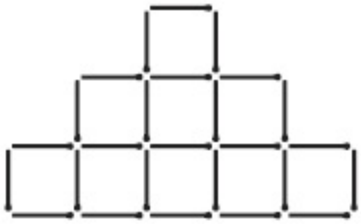


Рис. 15.

Задача 9-я

Из 12 спичек составить 3 равных четырехугольника и 2 равных треугольника.

Задача 10-я

Отобрать (рис. 13) 6 спичек так, чтобы осталось 4 равных квадрата.

Задача 11-я

Отобрать (рис. 13) 7 спичек так, чтобы осталось 4 равных квадрата.

Задача 12-я Из 9 целых спичек составить 5 квадратов.

Рассмотрим теперь ряд задач потруднее: *Задача 13-я*

Из 18 спичек составить 1 треугольник и 6 четырехугольников двух размеров, по три каждого размера.

Задача 14-я

Из 10 спичек составлены 3 равных четырехугольника. Одна спичка удаляется, а из остальных 9 спичек требуется составить 3 новых равных четырехугольника.

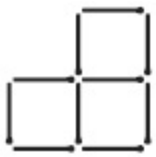


Рис. 16.

Задача 15-я

Из 12 спичек составить двенадцатиугольник с прямыми углами.

Задача 16-я

Вынуть 5 спичек так, чтобы осталось 5 треугольников (есть 2 решения).

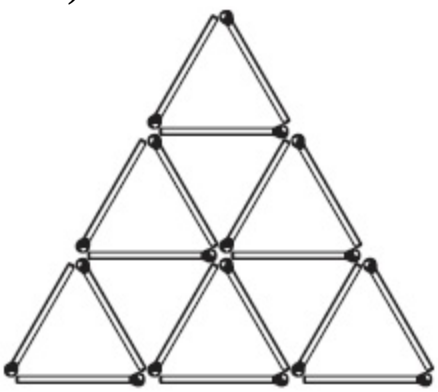


Рис. 17.

Задача 17-я

Составить из 18 спичек 6 равных четырехугольников и один треугольник, в два раза меньший по площади.

Задача 18-я

Переложить 6 спичек так, чтобы получилось 6 равных, симметрично расположенных четырехугольников.

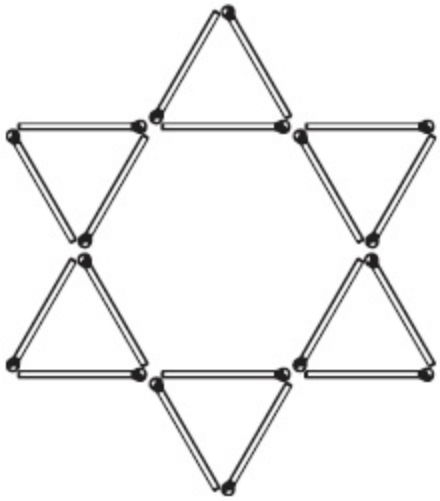


Рис. 18.

Задача 19-я Как образовать 10-ю спичками 2 правильных пятиугольника и 5 равных треугольников?

Самая замысловатая из задач этого рода, пожалуй, следующая – в своем роде знаменитая – спичечная головоломка: *Задача 20-я* Из 6-ти

спичек составить 4 одинаковых треугольника, стороны которых равны одной спичке.

Решения задач 3—20 Зад. 3-я.

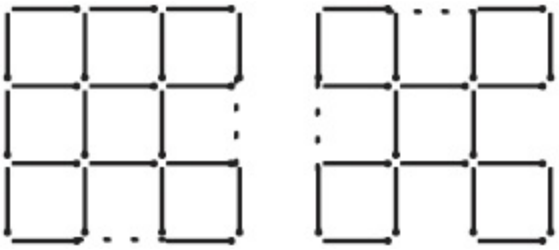


Рис. 19.

Зад. 4-я.

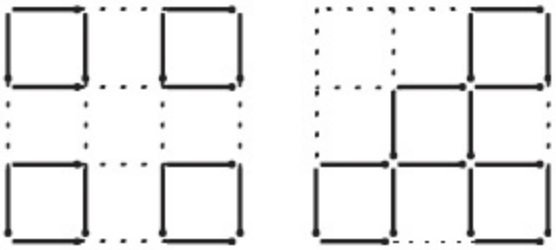


Рис. 20.

Зад. 5-я.

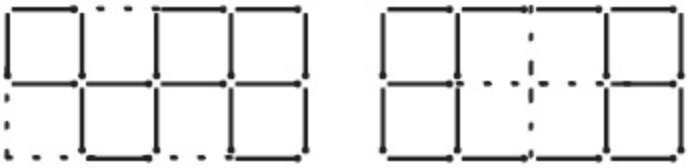


Рис. 21.

Зад. 6-я.

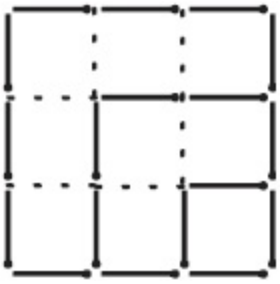


Рис. 22.

Зад. 7-я.

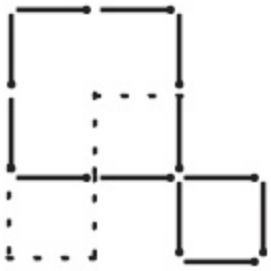


Рис. 23.

Зад. 8-я. (одно из решений)

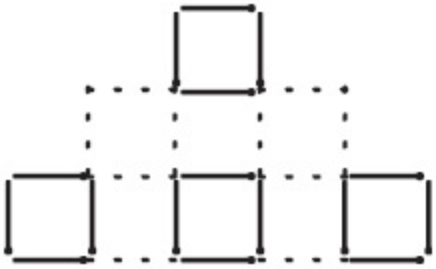


Рис. 24.

Зад. 9-я.

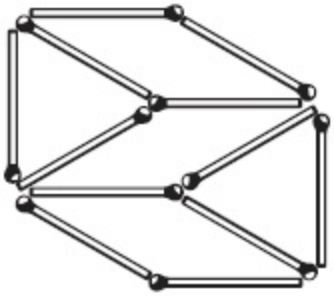


Рис. 25.

Зад. 10-я.

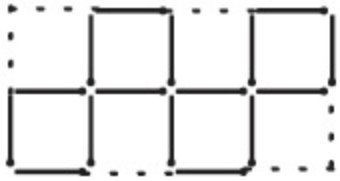


Рис. 26.

Зад. 11-я.

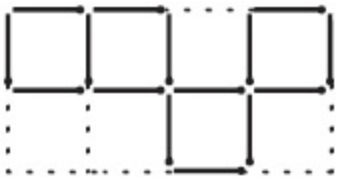


Рис. 27.

Зад. 12-я.

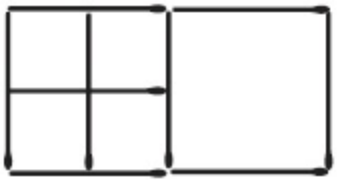


Рис. 28.

Зад. 13-я.

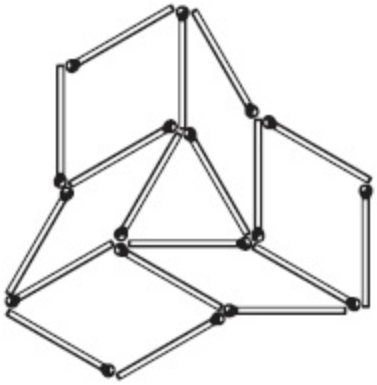


Рис. 29.

Зад. 14-я.

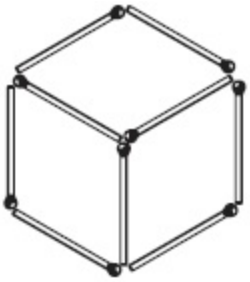


Рис. 30.

Зад. 15-я.

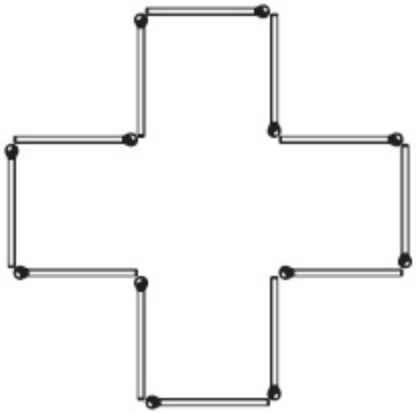


Рис. 31.

Зад. 16-я.

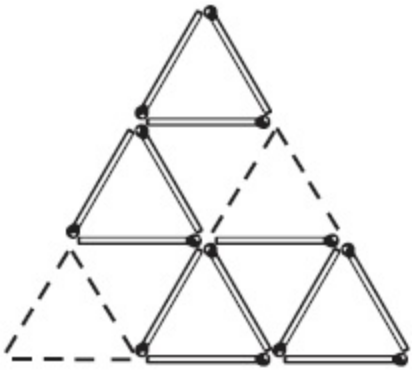


Рис. 32.

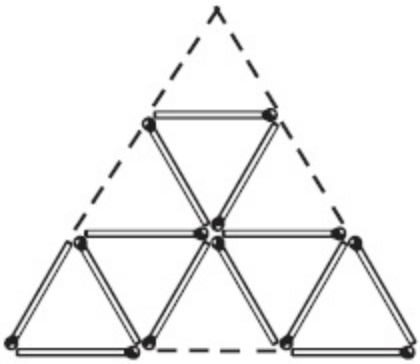


Рис. 33.

Зад. 17-я.

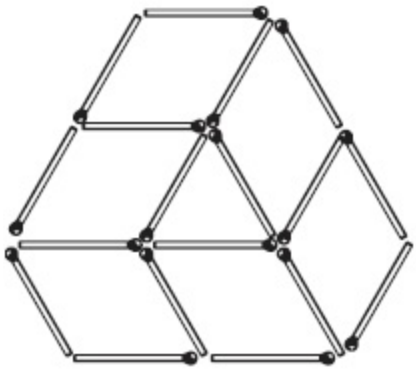


Рис. 34.

Зад. 18-я.

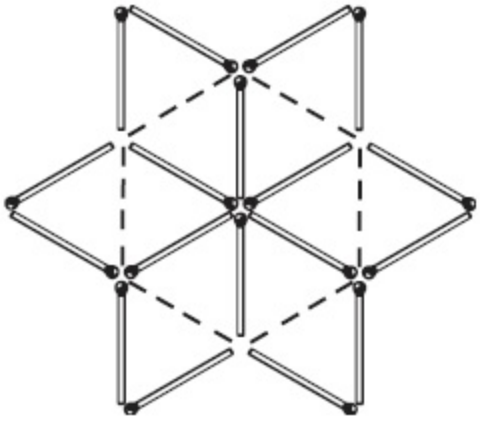


Рис. 35.

Зад. 19-я.

Рис. 36.

20. Надо составить *пирамиду* с треугольным основанием и треугольными же боковыми гранями (рис. 37).

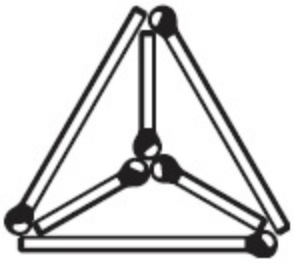


Рис. 37.

3. Спичечные игры

Ряд из трех спичек

Эта игра представляет собою не что иное, как приспособление к спичкам общеизвестной игры в «нули и крестики». В игре участвуют двое. Выкладывают из спичек фигуру, изображенную на рис. 38. Затем играющие кладут по очереди в одну из 9 клеток этой фигуры по спичке. Один кладет спички головками вверх, другой – головками вниз. Выигравшим считается тот, кто первый закончит прямой или косой (диагональный) ряд из трех *своих* спичек.

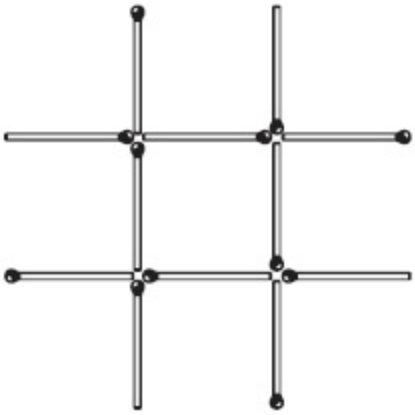


Рис. 38.

Переправа *Задача 21-я*

С помощью спичек очень удобно разбирать старинные задачи-игры с переправами. Вот один из примеров.

Отец, мать и двое детей подошли к реке. С помощью спичек мы изобразим это так: отец – целая спичка головкой вверх; мать – целая спичка головкой вниз; дети – две половинки спичек; река – два параллельных ряда спичек. У берега стоит лодка (спичечный коробок); лодка может поднять либо только одного взрослого, либо же двоих детей. Как могут все они переправиться на другой берег?

Решение

Ряд последовательных переправ, необходимых для того, чтобы всем очутиться на противоположном берегу, показан в табличке;

Переправляются туда:	*Возвращаются:*
2 детей	1 ребенок
1 взрослый	1 ребенок
2 детей	1 ребенок
1 взрослый	1 ребенок
2 детей	

В результате 9-ти переправ все четверо окажутся на другом берегу.

Спичечная свайка

Расщепленную на конце спичку поставьте на стол (как показано на рис. 39) недалеко от его края; а на самый край положите спичку так, чтобы она немного выступала за край. Теперь подбросьте лежащую спичку щелчком так, чтобы она опрокинула стоящую. Игра гораздо интереснее, если поставить на стол несколько спичек, отметив их бумажками и обозначив различным числом очков, как при игре в кегли. Участвует в этой игре двое или трое.

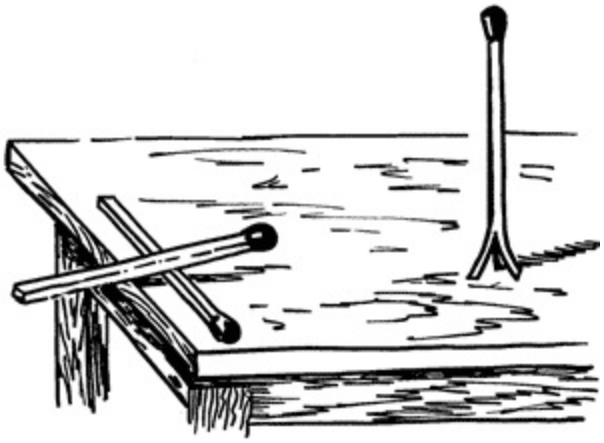


Рис. 39.

Чет или нечет? *Задача 22-я*

Обычная игра в «чет или нечет» общеизвестна. Но вот любопытное видоизменение этой игры. Вы зажимаете в руке некоторое число спичек, а ваш партнер должен отгадать, четное ли это число или нечетное, причем он не произносит ничего вслух, а молча кладет на вашу руку в первом случае – 2 спички, во втором – 1 спичку. Эти спички *присоединяются* к тем, которые были в руке, и затем подсчетом *всех* этих спичек проверяют: четное или нечетное число спичек оказалось в вашей руке?

При таком способе игры спрашивающий имеет возможность играть без проигрыша. Что он должен для этого делать?

Решение

Спрашивающий должен брать всегда *нечетное* число спичек. Этим он обеспечивает своему партнеру проигрыш во всяком случае, положит ли тот 2 или 1 спичку. Действительно:

нечетное число +1 = четному числу

нечетное число +2 = нечетному числу,

т. е. в обоих случаях получается противоположное тому, что было указано партнером.

В какой руке? *Задача 23-я*

Вы просите товарища взять в одну руку нечетное число спичек, в другую – четное и утверждаете, что сможете безошибочно отгадать, в какой руке у него нечетное число спичек – в правой или в левой.

Для этого вы просите его умножить то число спичек, которое зажато в правой руке, на 10, а то, что в левой, на 5, оба результата сложить и сказать вам сумму.

По этой сумме вы тотчас же говорите ему, в правой или в левой руке находится нечетное число спичек.

Как вы это можете сделать?

Решение

Отгадывание основано на том, что когда хотя бы один из двух множителей – число четное, то произведение всегда получается четное, например:

8x6 = 48;

8x7 = 56;

когда же оба множителя нечетных, то произведение – нечетное:

7x7 = 49.

Поэтому, если нечетное число спичек в правой руке (т. е. умножается на 10), а четное в левой (умножается на 5), то в обоих случаях получатся *четные* произведения, и сумма их, конечно, будет *четная*. Если же в правой руке четное число (умножается на 10), а в левой – нечетное (умножается на 5), то придется сложить четное произведение с нечетным, и сумма получится *нечетная*.

Итак, когда товарищ ваш назвал вам *четную* сумму, вы говорите, что *четное* число спичек у него в *левой* руке; при нечетной же сумме наоборот.

Игра в двадцать *Задача 24-я*

В этой игре участвуют двое. На стол кладется кучка из 20 спичек, и

играющие, один после другого, берут из этой кучки не более трех спичек каждый. Проигрывает тот, кто берет последнюю взятку, и, значит, выигрывает тот, кто оставляет противнику всего одну спичку.

Как должны вы начать игру и вести ее дальше, чтобы наверняка выиграть?

Решение

Желая выиграть, вы должны начать с того, что берете 3 спички. Из оставшихся 17 противник ваш может взять 1, 2 или 3 спички, по своему желанию, оставив в кучке 16, 15 или 14 спичек. Сколько бы он ни взял, вы следующим ходом (беря 3, 2 или 1 спичку) оставляете ему 13 спичек. Дальнейшими ходами вы должны оставить в кучке последовательно 9, 5 и, наконец, 1 спичку, т. е. выигрываете.

Говоря короче: вы берете в начале игры 3 спички, а в дальнейшем каждый раз столько, чтобы ваша взятка вместе с предыдущей взяткой партнера составляла 4 спички.

Этот план игры найден следующим рассуждением. Вы всегда сможете оставить противнику 1 спичку, если предыдущим ходом оставили ему 5 (тогда, сколько бы он ни взял – 3, 2, 1 – останется 2, 3, 4, т. е. благоприятное для вас число спичек). Но, чтобы иметь возможность оставить 5, вы должны предыдущим ходом оставить 9, и т. д. Так, «пятясь назад», легко рассчитать все ходы.

Игра в тридцать два *Задача 25-я*

Вот видоизменение предыдущей игры. Берется кучка из 32 спичек. Каждый игрок по очереди извлекает из нее не более 4-х спичек. Кто возьмет последнюю спичку, тот считается выигравшим.

Как следует играть, чтобы непременно выиграть?

Как следует играть в том случае, если взявший последнюю спичку считается *проигравшим?*

Решение

Ведя расчет с конца, вы без труда раскроете секрет беспроигрышной игры. Он состоит в том, чтобы, начиная игру, взять 2 спички; при следующих же ваших ходах вы оставляете в кучке 25, 20, 15, 10, наконец 5 спичек; тогда последняя спичка будет непременно ваша. Другими словами: берите каждый раз столько спичек, чтобы ваша взятка вместе с предыдущей взяткой партнера составляла 5 спичек.

Указанное правило годится и в том случае, если взявший последнюю спичку считается *проигравшим,* но только при первом ходе

вы должны взять тогда не 2, а 1 спичку.

Немного алгебры

Игры подобного рода могут быть крайне разнообразны, в зависимости от начального числа спичек в кучке и от предельной величины взятки. Однако знакомые с начатками *алгебры* могут без труда найти способ выигрывать при всяких условиях игры. Сделаем же эту маленькую экскурсию в область алгебры. Читатели, которые чувствуют себя неподготовленными сопровождать нас, могут прямо перейти к следующей статейке.

Итак, пусть число спичек в куче – *a*, а наибольшая взятка, какая разрешается условиями игры – *n*. Выигрывает тот, кто берет последнюю спичку. Составим частное:

a / (n +1)

Если оно не дает остатка, то надо предоставить начинать игру своему партнеру и брать каждый раз столько, чтобы общее число спичек, взятых обоими от начала игры, последовательно равнялось

n+1 2(n+1) 3(n+1) 4(n+1) и т. д.

Если же при делении a / (n +1) получается остаток, который обозначим через *r*, то вы должны начать игру сами и в первый раз взять *r* спичек, а в дальнейшем держаться чисел:

r+(n+1) r+2(n+1) r+3(n+1) и т. д.

Ради упражнения попробуйте применить указанные правила к следующим частным случаям (выигравшим считается взявший последнюю спичку):

1) число спичек в кучке 15; взятка не свыше 3;

2) число спичек 25; взятка не свыше 4;

3) число спичек 30; взятка не свыше 6;

4) то же, но взятка – не свыше 7.

Разумеется, когда секрет беспроигрышной игры известен обоим партнерам, то выигрыш предрешен, и игра утрачивает смысл.

Игра в двадцать семь *Задача 26-я*

В этой игре также начинают с составления кучки (из 27 спичек) и назначают наибольший размер взятки 4 спички. Но конец игры не похож на конец предыдущих игр: здесь считается выигравшим тот, у кого по окончании игры окажется четное число спичек.

И в этом случае существует секрет беспроигрышной игры. Какой?

Решение

Начав рассчитывать с конца, вы найдете следующий способ беспроигрышной игры: если у вас уже имеется нечетное число спичек, то при дальнейших взятках вы должны оставлять противнику всякий раз такое число спичек, которое на 1 *меньше* кратного [23] 6 – т. е. 5 спичек, 11, 17, 23. Если же у вас взято четное число спичек, то вы берете взятки с таким расчетом, чтобы на столе оставалось число кратное 6-ти или на 1 *больше*, т. е. 6 или 7, 12 или 13, 18 или 19, 24 или 25.

Владея этим секретом, вы можете выиграть, даже если и не вы начали игру. Когда же начинать приходится вам, то считайте, что у вас взято 0 спичек: нуль принимайте за число четное (ведь за ним следует нечетное число – один) и поступайте согласно указанным правилам.

Интересно еще рассмотреть вопрос о беспроигрышной игре, если условие конца игры было другое: выигрывает тот, у кого *нечетное* число спичек. В этом случае указанные раньше правила нужно применять наоборот: при *четном* числе имеющихся у вас спичек оставлять противнику на 1 *меньше* кратного 6-ти, при *нечетном* числе – кратное 6-ти или на 1 *больше*. Начиная игру, вы оставляете противнику в этом случае 23 спички.

Игра «ним»

Эта старинная игра представляет собою усложненное видоизменение предыдущих. На стол кладут три кучки спичек; в каждой кучке может быть любое число спичек, но не больше 7-ми (одна спичка тоже называется в этой игре «кучкой»). Игра состоит в том, что играющие берут по очереди из *одной* кучки *любое* число спичек (можно и все взять), но только из *одной* какой-нибудь кучки, по желанию берущего. Кто возьмет последнюю спичку со стола, тот считается выигравшим.

Рассмотрим пример. Первоначальное распределение спичек по кучкам, предположим, таково:

3 5 7

Затем, по мере того, как играющие поочередно берут то из одной, то из другой кучки несколько спичек, последовательные изменения в числе спичек будут такие:

3	5	7
3	5	2
1	5	2
1	5	0
1	3	0
1	2	0
0	2	0
0	1	0

Кто возьмет эту последнюю спичку, тот выигрывает.

Здесь также существует секрет беспроигрышной игры. Доискаться его самому вам едва ли удастся (теория «нима» очень сложна); поэтому мы сообщим его, хотя и без обоснования. Надо играть так, чтобы после вашего хода на столе оставалась одна из следующих семи комбинаций спичек:

1, 2, 3	2, 4, 6	
1, 4, 5	2, 5, 7	3, 5, 6
1, 6, 7	3, 4, 7	

Числа подобраны так, что, каково бы ни было первоначальное расположение, всегда возможно привести его к одному из сейчас указанных отнятием спичек из одной кучки. Необходимо только указать еще, что делать, если число спичек в одной из кучек сделалось равным нулю, т. е. если кучка исчезла. Тогда надо взять столько спичек, чтобы обе оставшиеся кучки *уравнялись* по числу спичек. Играя по этим правилам, вы непременно выиграете, т. е. возьмете последнюю спичку. Например, в рассмотренном сейчас случае, если бы первый ход был ваш, вы должны были бы вести игру так:

начало:	3	5	7
вы:	3	4	7 (или 2, 5, 7)
противник:	2	4	7
вы:	2	4	6
противник:	2	2	6
вы:	2	2	0
противник:	1	2	0
вы:	1	1	0
противник:	1	0	0

Последняя спичка ваша – вы выиграли.

4. Немного арифметики на спичках

Из трех – четыре

Задача 27-я

Это – задача-шутка, довольно забавная. На столе лежат 3 спички. Не прибавляя и не ломая ни одной спички, сделайте из этих трех спичек – четыре!

Решение

Вы делаете «четыре», – просто четыре, а не четыре спички – следующим образом (см. рисунки 40 и 41):

Рис. 40.

Рис. 41.

Таким же незамысловатым, но для многих неожиданным способом вы могли бы сделать из трех спичек шесть (VI), из четырех – семь (VII) и т. д.

Вот еще образчик задачи-шутки подобного же рода: 3+2 = 8!

Задача 28-я

На столе лежат 3 спички. Прибавить к ним еще две – и получите… восемь!

Решение

И здесь выручает римская нумерация. Вот ответ:

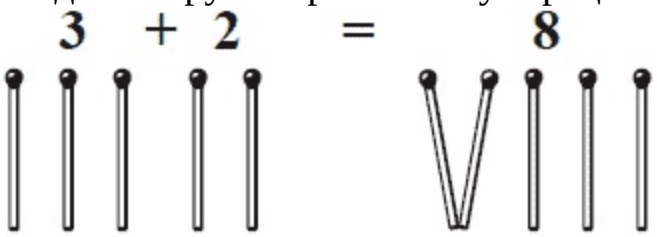


Рис. 42.

Три кучки спичек *Задача 29-я*

На столе лежат 48 спичек, распределенные по трем кучкам.

Сколько спичек в каждой кучке, вы не знаете. Зато вы знаете следующее: когда из первой кучки переложили во вторую столько, сколько в этой второй кучке имелось, затем из второй в третью столько, сколько в этой третьей имелось, – и наконец из третьей в первую столько, сколько в этот момент в первой кучке имелось, то во всех трех кучках оказалось спичек поровну. Можете ли вы сказать, сколько спичек было в каждой кучке первоначально?

Решение

Задачу нужно решать с конца. Нам говорят, что после всех перекладываний число спичек в кучках оказалось одинаковым. Так как от этих перекладываний общее число спичек во всех трех кучках не изменилось и, значит, осталось прежнее (48), то и каждой кучке после трех перекладываний оказалось по 16 спичек. Следовательно, к концу имеем:

1-я кучка – 16

2-я кучка – 16

3-я кучка – 16

Непосредственно перед этим в 1-ю кучку было прибавлено столько, сколько в ней имелось, т. е. число спичек в ней было *удвоено.* Значит, до последнего перекладывания в 1-й кучке было не 16, а 8 спичек; в 3-й же кучке, откуда эти 8 спичек были взяты, имелось 16+8 = 24. Теперь у нас такое распределение спичек:

1-я кучка – 8

2-я кучка – 16

3-я кучка – 24

Далее: мы знаем, что перед этим из 2-й кучки было переложено в 3-ю столько спичек, сколько имелось в 3-й кучке. Значит, 24 – это *удвоенное* число спичек, бывших в 3-й кучке до второго перекладывания. Отсюда узнаем распределение спичек после первого перекладывания:

1-я кучка – 8

2-я кучка – 28

3-я кучка – 12

Легко сообразить, что раньше первого перекладывания, т. е. до того, как из 1-й кучки было переложено во вторую столько спичек, сколько в этой второй имелось – распределение спичек было такое:

1-я кучка – 22

2-я кучка – 14

3-я кучка – 12

Это и есть первоначальное распределение спичек по кучкам. Нетрудно убедиться, проделав требуемые задачей переложения, что ответ верен.

Еще немного алгебры *Задача 30-я*

Любопытно, что предыдущую задачу можно было бы решить даже и в том случае, если бы в условии не указывалось точного числа спичек во всех кучках. А именно, задачу можно было предложить в таком виде:

Из полного коробка́ вынуты несколько спичек, а остальные распределены по трем кучкам. Потом сделаны были следующие переложения: из 1-й кучки во 2-ю столько, сколько было во 2-й; из 2-й в 3-ю столько, сколько было в 3-й; из 3-й в 1-ю столько, сколько было в 1-й, – и тогда во всех кучках оказалось спичек поровну. Каково было первоначальное расположение спичек в кучках?

Решение

Пусть после третьего перекладывания оказалось в каждой кучке по *a* спичек, т. е. распределение было такое:

a a

До этого – как вы легко сообразите сами, – распределение было

$\frac{a}{2}$ a $a+\frac{a}{2}=\frac{3}{2}a$

Более раннее распределение:

$\frac{a}{2}$ $a+\frac{3}{4}a=1\frac{3}{4}a$ $\frac{3}{2}a:2=\frac{3}{4}a$

А еще раньше:

$\frac{a}{2}+\frac{7}{8}a=\frac{11}{8}a$ $1\frac{3}{4}a:2=\frac{7}{8}a$ $\frac{3}{4}a$

Это и есть первоначальное распределение спичек по кучкам. Возможно оно, очевидно, лишь в том случае, если число спичек *a* делится без остатка на 8. Значит, число *a* может равняться 8, 16, 24 и т. д., а число спичек во всех трех кучках (3 *a*) могло быть только

24, 48, 72 и т. д.

Но в коробке́ обычно бывает примерно около 55 спичек. Мы знаем, что из коробка было вынуто *несколько* спичек. Ясно, что единственное подходящее число в предыдущем ряду – 48. Это и есть ответ задачи.

Наше спичечное производство

Знаете ли вы, сколько всего спичек потребляется ежегодно всеми жителями нашего Союза? На первый взгляд кажется, что узнать это очень трудно: кто же ведет учет потребленным им спичкам! Но вопрос разрешается очень просто, если подойти к нему с другого конца: узнать, сколько спичек *изготовляется* у нас в течение года. Определить это уже гораздо проще, так как производительность всех спичечных фабрик Союза учитывается. Вся союзная выработка спичек в 1926 г. намечена в количестве 2.400.000 ящиков. Так как в ящике 1000 коробков, то всего изготовляется у нас 2.400.000.000 коробков.

Вы яснее представите себе это огромное число коробков, если вообразите их наложенными один на другой. Какой высоты получился бы столб? Это нетрудно подсчитать, если знать, что толщина одной коробки 1 1/2 сантиметра. Выполним умножение:

1 1/2 x 2.400.000.000 = 3.600.000.000 сантиметров.

Так как в одном километре 100x1000, т. е. 100.000 сантиметров, то полученное нами число составляет 36.000 километров. Это чуть не втрое больше поперечника земного шара! Немного не хватает, чтобы окружить этим столбом всю землю по экватору (для этого понадобилось бы 40.000 километров).

Еще более внушительные числа получаются, если подсчитать число отдельных спичек, изготовляемых в нашем Союзе в течение года. Будем считать, ради удобства расчета, что в каждом коробке 50 спичек (обычно бывает немного больше). Тогда имеем:

50x2.400.000.000 = 120.000.000.000 спичек.

Как прочесть это число? Единица с 6-ю нулями есть *миллион;* единица с 9-ю нулями – *миллиард*. Значит, наше число читается так: сто двадцать миллиардов.

Выложенные в одну линию, конец к концу, эти 120 миллиардов спичек имели бы в длину 5x120.000.000.000 = 600.000.000.000 сантиметров, или 6.000.000 километров!

Для такого длинного ряда спичек не нашлось бы места не только на всем земном шаре, но даже в пределах от Земли до Луны, потому что расстояние от нас до ночного светила составляет «только» 400.000 километров. Наша спичечная линия в 15 раз длиннее этого расстояния, – как наглядно показано на рис. 43.

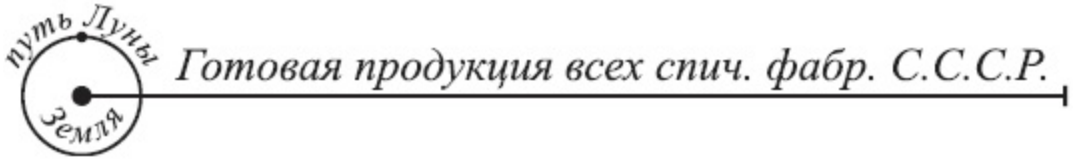


Рис. 43.

Интересно еще подсчитать, какой *объем* занимают все эти спички, вместе взятые. Умножив длину спички – 50 миллиметров – на ее толщину (2 мм) и ширину (2 мм), получаем объем одной спички 50x2x2=200 куб. миллиметров. Затем остается перемножить

200x120.000.000.000=24.000.000.000.000 куб. мм.

Так как в одном куб. метре заключается

1.000x1.000x1.000=1.000.000.000 куб. мм,

то объем получается в 24.000 куб. метров! Образовалась бы прямая горка примерно таких размеров: 100 метров в длину, 24 метра в ширину и 10 метров в высоту (потому что 100x24x10=24.000).

Миллион спичек *Задача 31-я*

Сейчас мы забрели в мир чисел-великанов, которые с трудом охватываются нашим воображением. Правда, по отношению к спичкам такой числовой исполин, как миллион – довольно подходящая числовая мера: фабрика, вырабатывающая в одни сутки миллион спичек – не редкость. А между тем, чтобы только *отсчитать* этот миллион спичек одну за другой, откладывая ежесекундно по спичке, потребовалось бы времени больше суток. Сколько же именно?

Решение

В сутках 24x60x60=86.400 секунд. Поэтому, если заниматься счетом спичек без перерыва день и ночь, то в течение одних суток удалось бы отсчитать всего 86.400 штук. А чтобы отсчитать миллион спичек, потребовалось бы почти 12 суток беспрерывного счета!

Биллион и триллион

Иному читателю покажется, пожалуй, что вырабатывая по миллиону спичек в сутки, фабрика довольно скоро доберется до такого числового великана, как *биллион*, т. е. миллион миллионов. Думать так – значит не понимать, что такое биллион.

В самом деле. Мы сейчас видели, что годовая производительность всех спичечных фабрик нашего Союза не превышает 120 миллиардов, т. е. 120.000 миллионов штук. Значит, чтобы изготовить 1.000.000 миллионов (т. е. биллион) спичек, потребовалось бы более 8 лет! А одна

фабрика, выделывающая по миллиону спичек в сутки, справилась бы с этим только в миллион суток, т. е. примерно в 3.000 лет!

Следующий числовой исполин, *триллион*, – в миллион раз больше биллиона [24] . Если триллион спичек выложить, конец к концу, в один прямой ряд, то знаете ли, как далеко вытянется этот ряд? На 5 триллионов сантиметров, т. е. на 50 биллионов (50.000.000.000.000) километров! Световой луч, пробегающий 300.000 километров *в секунду*, делает в *год* 9 1/2 биллионов километров; следовательно, вдоль нашей спичечной линии луч света будет скользить от одного конца до другого 5 лет! Это значит, что триллион спичек можно было бы протянуть от нашей планеты дальше звезды альфы в созвездии Центавра!

Не думаю, чтобы таким сопоставлением я заметно облегчил вам понимание огромности триллиона: звездные расстояния едва ли не труднее представлять себе, чем исполинские числа. Но полезно знать, по крайней мере, что оба представления – триллиона и звездных расстояний – одного порядка трудности.

5. Немного геометрии на спичках

Горизонтально и вертикально

Задача 32-я

Попросите товарища положить на стол одну спичку горизонтально. Он положит, разумеется, так:

Рис. 44.

Затем попросите его положить возле первой спички вторую спичку вертикально. Сделает он это примерно так:

Товарищ ваш и не подозревает, что вы его «поддели». Боюсь, что вы и сами этого не подозреваете.

Ведь задача-то решена неверно!

Решение

Обе спички (рис. 45) горизонтальны! Вы удивлены? Но подумайте: спичка, лежащая на *горизонтальной* поверхности стола, может ли иметь *вертикальное* направление? Вертикальное направление – это направление сверху вниз, *к земле* (точнее, к центру земного шара), – а как бы вы ни положили спичку на стол, она не будет направлена к земле.

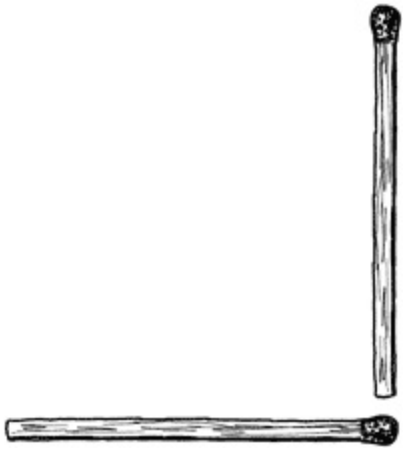


Рис. 45.

Девяносто девять человек из ста делают эту ошибку, – не исключая даже и иных математиков. Едва ли ваш товарищ будет тот сотый, который не попадет впросак. **Два четырехугольника** *Задача 33-я*

На рис. 46 изображен четырехугольник из 6 спичек, площадь которого вдвое больше площади квадрата со стороною, равною одной

спичке.

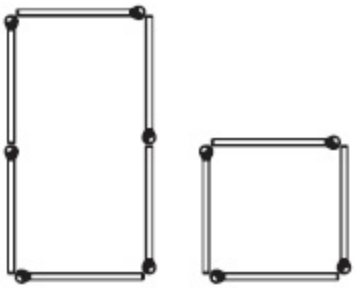


Рис. 46.

Так как длина спички вам известна – 5 см, то вы легко определите площадь вашего четыреугольника в сантиметрах: 5x10=50 кв. см. Задача состоит в следующем: не изменяя длины обвода [25] этого четырехугольника, изменить форму его так, чтобы площадь его уменьшилась вдвое, т. е. равнялась 25 см. Как это сделать?

Пусть читатель обратит внимание на то, что речь идет о составлении *четырехугольной* фигуры (а не непременно прямоугольной): углы новой фигуры не обязательно должны быть прямые.

Решение

Надо из 6-ти спичек сложить *параллелограмм* так, чтобы его высота равнялась одной спичке (рис. 47). Такой параллелограмм, имеющий одинаковые основание и высоту с квадратом, должен иметь и одинаковую с ним площадь.

Рис. 47.

Что больше? *Задача 34-я*

Из 6-ти спичек сложены прямоугольник и равносторонний треугольник. Обводы этих фигур, конечно, одинаковы. А у какой больше площадь? (рис. 48).

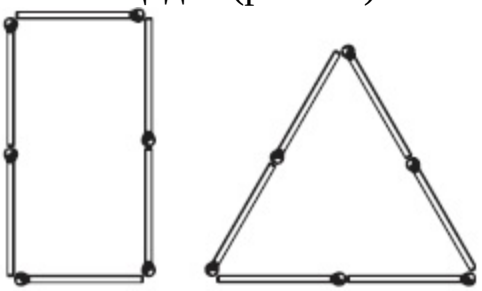


Рис. 48.

Решение

Чтобы решить эту задачу, надо знать, как вычисляется площадь треугольника: умножают длину основания на высоту и полученное произведение делят пополам; или – что то же самое – умножают половину основания на высоту. В нашем треугольнике половина основания = одной спичке, т. е. основанию прямоугольника. Если бы высоты этих фигур были одинаковы, то обе фигуры имели бы равные площади. Но легко видеть, что высота треугольника меньше двух спичек, т. е. меньше высоты прямоугольника. Значит, и площадь треугольника *меньше* площади прямоугольника.

Фигура с наибольшей площадью *Задача 35-я*

Сейчас мы составили из 6-ти спичек прямоугольник и равносторонний треугольник. Но из того же числа спичек можно составить еще и другие фигуры, имеющие одинаковый обвод. Некоторые из этих фигур изображены на рис. 49.

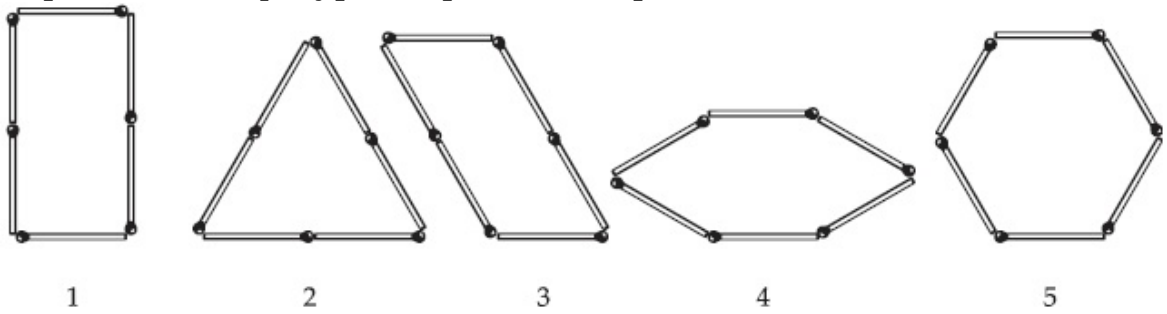


Рис. 49.

Площади всех этих фигур различны. Спрашивается, у какой же из них площадь *наибольшая? Решение*

Мы уже знаем, что площадь фиг. 1 больше площади фиг. 2. Легко сообразить, что она больше также и площади фиг. 3 (сравните их высоты!). Остается, следовательно, сравнить по величине площади фигур 1, 4 и 5. Мы можем рассматривать все три фигуры, как шестиугольники с равными сторонами (у фиг. 1 два угла выпрямлены). В курсах геометрии доказывается, что из всех многоугольников с одинаковым числом сторон и одинаковым обводом наибольшую площадь имеет многоугольник *правильный,* т. е. такой, у которого равны не только стороны, но и углы. Этому условию удовлетворяет фигура 5; она, следовательно, и имеет наибольшую площадь, какую можно ограничить шестью спичками [26] .

Покажем кстати, как можно сложить из спичек *правильный* шестиугольник. Для этого нужно примкнуть друг к другу 6 равносторонних треугольников, как показано на рис. 50, и затем вынуть внутренние спички.

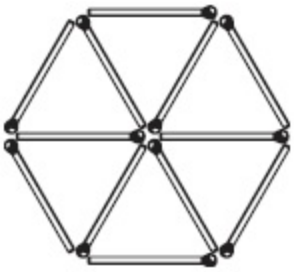


Рис. 50.

Мост из двух спичек *Задача 36-я*

На рис. 51 вы видите остров, окруженный каналом. Ширина канала как раз равна длине одной спички, так что перебросить мостик через канал с помощью одной спички нельзя: невозможно опереться концами о берега канала.

Рис. 51.

Не удастся ли вам перекинуть мост через канаву с помощью двух спичек? Помните, однако, что склеивать или связывать эти две спички не полагается. *Решение*

Решение этой задачи основано на том, что длина линии, соединяющей противоположные углы квадрата (так называемая *диагональ),* меньше длины 1 1/2 спичек (см. рис. 52).

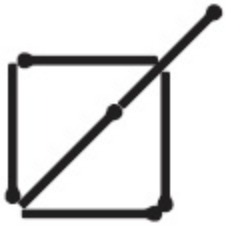


Рис. 52.

Зная это, мы можем построить требуемый мост так, как показано на рис. 53, – т. е. одну спичку кладем в положение 5–6, а другую в положение 7–4. Расстояние 2–7 очевидно равно расстоянию 5–7; расстояние 2–4, т. е. диагональ квадрата, меньше длины полутора спичек; а так как расстояние 2–7 равно половине спички, то пролет 7–4 короче длины спички. Отсюда и вытекает возможность сооружения нашего моста.

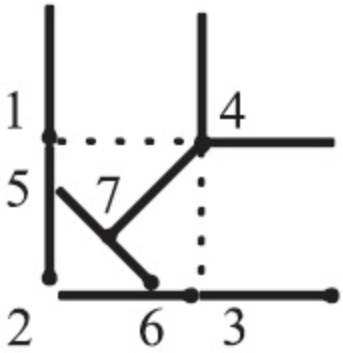


Рис. 53.

Задача эта может оказаться и практически полезной в том случае, когда, имея две одинаковые жерди, нужно перебросить (не связывая их между собою) мост через канаву, ширина которой как раз равна или даже чуть больше длины одной жерди. Возможно это, впрочем только в том месте канавы, где она поворачивает под прямым углом (рис. 54).

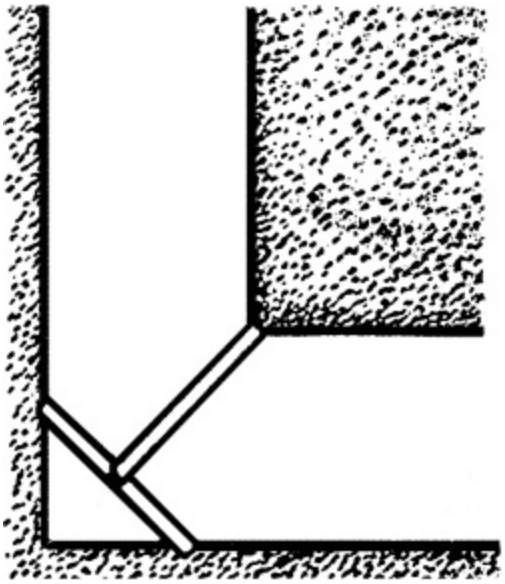


Рис. 54.

В витрине спичечного треста *Задача 37-я*

В витрине магазинов спичечного треста нередко выставляют ради рекламы огромные спичечные коробкй, по фасону совершенно подобные обыкновенным; а внутри коробка видны столь же чудовищные спички. Предположим, что такой коробок в 10 раз длиннее обыкновенного. Спрашивается:

1) сколько весит одна исполинская спичка, принимая вес обыкновенной спички в 1/10 грамма?

2) сколько спичек обыкновенного размера мог бы вместить один коробóк-великан?

Ответ, что спичка-великан весит (1/10) x 10, т. е. всего один грамм, – конечно, явно несообразен: ведь это чуть не настоящее полено – правда, всего в 2 см толщины, зато в полметра длины!

Так же несообразно допустить, что в огромном коробкé всего вдесятеро больше спичек, чем в обыкновенном, – т. е. столько, сколько в 10 коробках. Десять выложенных в ряд коробков не похожи на тот внушительный ящик, который выставлен в витрине.

Каковы же правильные ответы?

Решение

Огромная спичка не только в 10 раз длиннее обыкновенной, но и в 10 раз толще и шире; следовательно, она превышает обыкновенную спичку по объему в 10x10x10, т. е. в 1000 раз. Отсюда определяем вес ее:

(1/10) x 1000 = 100 граммов.

Точно так же коробок-великан вместительнее обыкновенного в 1000 раз, и, значит, в него может войти около 50.000 обыкновенных спичек.

Высотомер из спичечного коробка́

Высотомерами называются инструменты, посредством которых можно определять высоту предметов – дерева, столба, башни, – не взбираясь на их вершину. Лесничий всегда имеет при работе удобный инструмент такого рода, нередко карманного размера, для измерения высоты деревьев. Вы можете также обзавестись небольшим удобным дальномером, смастерив его из обыкновенного спичечного коробка. Вам понадобится для этого даже и не весь коробок, а только его наружная часть.

Чтобы приспособить ее для дальномера, нужно прежде всего ее укоротить, сделав длину равной ширине. Отрезав лишнюю часть коробка, как показано на рис. 55 и 56, надо заклеить отверстия полоской бумаги. У короткого края заклеенного прямоугольника проделывают небольшое отверстие – примерно в полсантиметра.

Рис. 55.

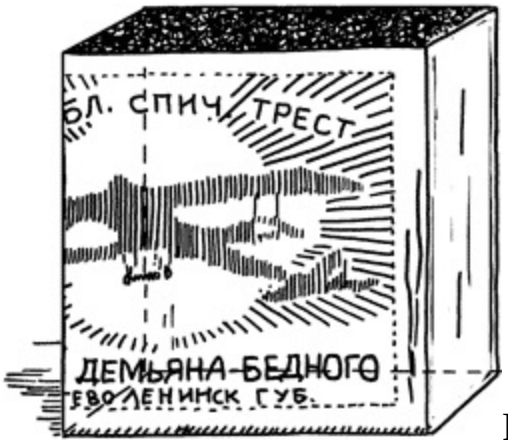


Рис. 56.

Этим исчерпывается изготовление дальномера. Объясним теперь,

как им пользоваться для измерения высот.

Пусть вы желаете измерить высоту дерева *BD* (рис. 57). Вы становитесь на некотором расстоянии от дерева и, держа дальномер так, чтобы нижний край его (близ которого устроено отверстие) располагался горизонтально, смотрите через отверстие на верхушку дерева. Приближаясь к дереву или удаляясь от него, отыскиваете такое место, стоя на котором вы увидите через дырочку *a* верхушку дерева *B,* как бы касающуюся верхнего края *Ь* спичечного коробка (рис. 58). Найдя это место, вам остается лишь измерить расстояние *aC* от этого места до основания дерева: тем самым вы определите и высоту дерева. Точнее говоря, не полную высоту дерева, а лишь высоту его над горизонтальной линией *aC,* проведенной на уровне ваших глаз; остается прибавить только кусок *CD,* который легко измерить непосредственно.

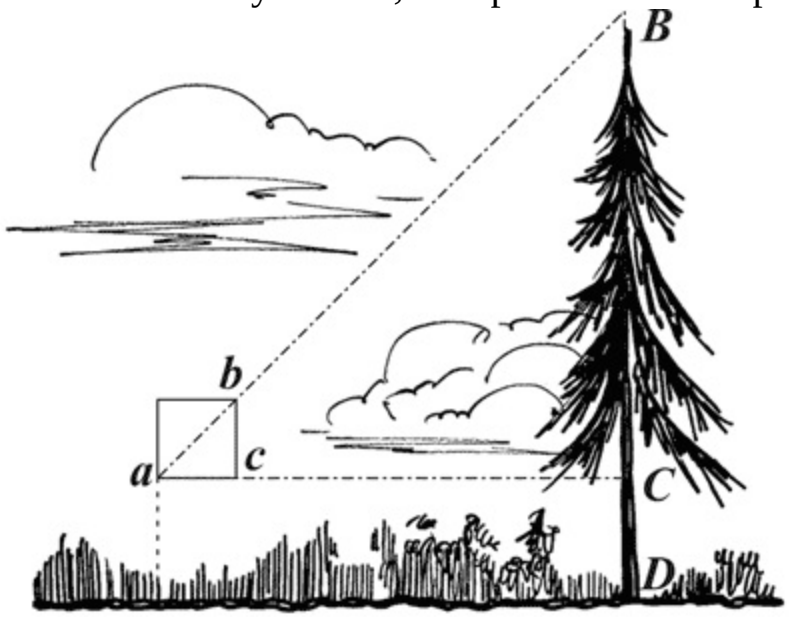


Рис. 57

Рис. 58.

(Из рисунка 57 нетрудно понять, почему это так. Расстояние *Ьс* равно расстоянию *ас* – мы ведь так обрезали коробок. Из геометрии мы знаем, что при этом должны равняться между собою также и расстояния *ВС* и *аС.)* Успех измерения зависит в значительной мере от того, удалось ли удержать коробок так, чтобы *ас* было горизонтально (или – что то же самое – чтобы *Ьс* было отвесно). Только тогда длина *ВС* будет действительно равна *аС.* Чтобы обеспечить отвесное положение *Ьс*, можно прикрепить близ края коробка́ небольшой отвес из нити с тяжелой бусиной (или пломбой) на конце.

6. Немного физики на спичках

Спички и булавка

Как вы думаете, что тяжелее: спичка или средней величины булавка? Угадать трудно. Вы можете сколько угодно взвешивать в руке спичку и булавку, – а все-таки не определить, какая из этих вещиц тяжелее. Разрешить вопрос могут только точные весы. Оказывается, что средняя булавка раза в 1 1/2 тяжелее спички! Не без изумления увидел я в первый раз, как булавка уравновешивает 1 1/2 спички…

Зная это, мы можем решить такую физическую задачу: если в воду бросить спичку с воткнутой в нее булавкой, то будет ли спичка держаться на воде или потонет? На первый взгляд кажется, что булавка как будто не в состоянии увлечь спичку на дно. Однако, если вспомним, что булавка тяжелее спички в 1 1/2 раза, то поостережемся такого заключения. Ведь материал спичечной соломки вдвое легче воды; значит, достаточно отягчить спичку еще таким же грузом, как она сама, чтобы заставить ее утонуть. Булавка дает ей в 1 1/2 раза больше этой необходимой добавки, и, следовательно, спичка с воткнутой булавкой должна погрузится на дно [27] .

Что раньше?

Расположите спички, как указано на рис. 59, и попросите товарища ответить на следующий вопрос:

– Если спичку зажечь посередине, то какая из боковых спичек загорится от нее раньше?

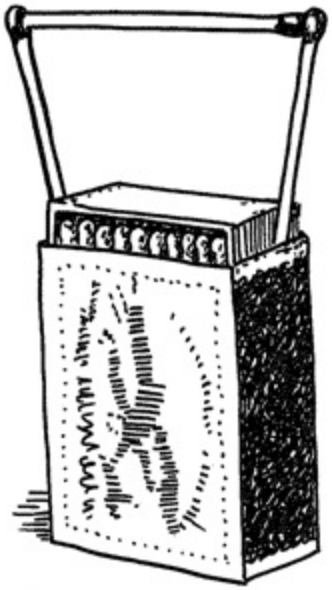


Рис. 59.

Можно поручиться за то, что товарищ ваш – если только он не посвящен в секрет – не даст верного ответа. Большинство рассуждает примерно следующим образом: так как пламя, дойдя до головки лежащей спички, вспыхнет и тем самым вызовет вспышку прилегающей к ней спички, то раньше загорится та боковая спичка, которая прилегает к головке (на нашем рисунке – правая).

В действительности, однако, происходит совсем неожиданная вещь: не загорается ни правая, ни левая из боковых спичек! А как только средняя, горизонтальная спичка перегорит насквозь, две зажимающие ее боковые спички выкинут ее (еще горящую) силою своей упругости, прежде чем пламя успеет дойти до их головок.

Опыт удается, что называется, без отказа. Надо только соблюдать осторожность: от выброшенной – иногда довольно далеко – горящей спички может загореться что-нибудь в комнате. Эффект получается внушительнее, если устроить из спичек более сложное сооружение, вроде изображенного на рис. 60.

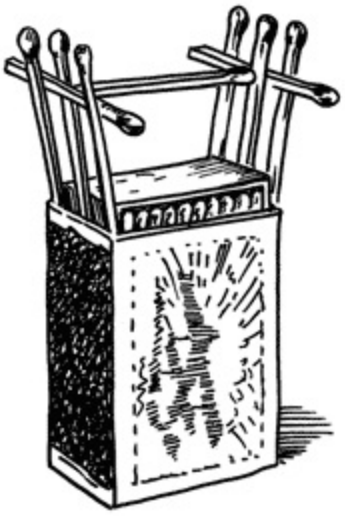


Рис. 60.

Устойчивая спичка

Опыт, изображенный на рис. 61, крайне прост и легко исполним; но если вам ни разу не случалось еще его проделывать, то я уверен, вы усомнитесь, так ли уж легко он удается. Попробуйте! Воткните в спичку клинок полураскрытого перочинного ножа (можно пользоваться даже и не особенно миниатюрным ножиком), а затем без всяких хитростей и уловок ставьте спичку смело на кончик пальца, или на другую спичку, или на край коробка, вообще на какое-нибудь вовсе, казалось бы, неудобное место (рис. 62). Вы убедитесь, что отягченная ножом спичка не только не опрокидывается, но очень хорошо стоит в этом, на взгляд, неустойчивом положении. Толкните спичку в бок: она качнется несколько раз и затем вновь возвратится в прежнее положение, с изумительным упорством сохраняя равновесие.

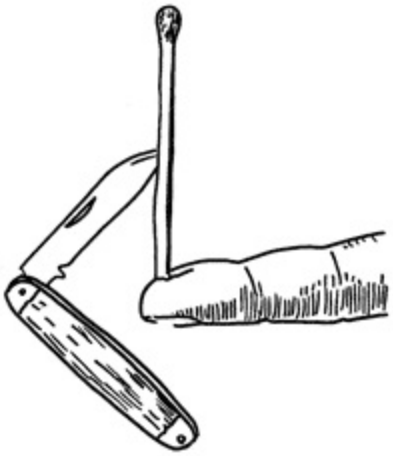


Рис. 61.

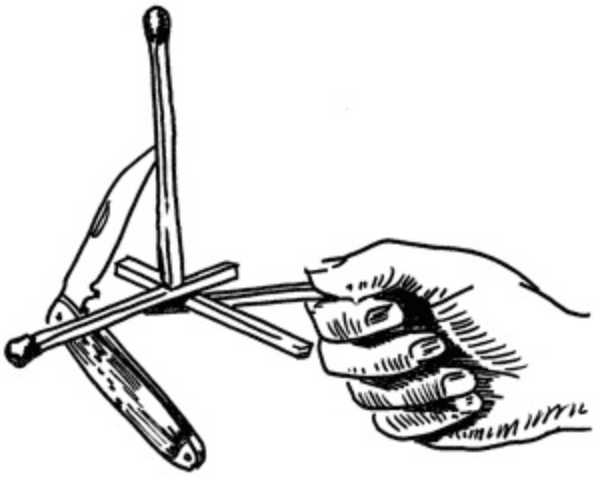


Рис. 62.

В свое время, когда вы будете изучать физику и механику, вы узнаете причину этого мнимого чуда: центр тяжести расположен здесь *ниже* точки опоры. Зажечь спичку газетой

Предложите товарищу сделать это. Он, вероятно, станет чиркать спичкой о газетный лист, в надежде воспламенить ее головку трением. С фосфорными спичками, употреблявшимися в старину, это, пожалуй, и удалось бы; но нынешние «шведские» спички бесполезно и пытаться зажечь таким образом. Нет, задача, поставленная в заголовке, гораздо хитрее. Если прибавить еще, что зажженная газетой спичка будет *гореть, не сгорая,* то она покажется вам вовсе неисполнимой.

И все-таки мы проделаем это!

Возьмите обыкновенный газетный лист, расправьте его на изразцах натопленной печи и проведите по нему раза три-четыре платяной щеткой, как делают обойщики, приглаживая обои. Вы увидите, что газета пристанет к печке и будет на ней держаться, не соскальзывая. Тогда погасите в комнате свет (опыт делается вечером) и, держа газету за верхний кран, отделите ее от изразцов. Достаточно теперь приблизить к этому газетному листу кончик спички – примерно на расстояние 5—10 сантиметров, чтобы увидеть, как этот кончик охватится пламенем. Водите спичкой близ газеты (не прикасаясь ею к бумаге) – и пламя будет продолжать гореть. При всем том, однако, – и это особенно любопытно! – пламя не причинит спичке ни малейшего вреда: спичка останется, как была, чистой, необугленной.

Разгадка всех этих необычайных вещей в том, что спичка – вопреки очевидности – вовсе и не горела! То, что вы готовы были принять за пламя, было безвредное холодное *электрическое свечение.*

Высушенный на печке лист газетной бумаги наэлектризовался от трения щеткой [28] ; приблизив к этой наэлектризованной бумаге спичку, мы вызвали на ее кончике то электрическое свечение, которое появляется на каждом острие вблизи наэлектризованных вещей. Свечение это не имеет ничего общего с пламенем: оно не обжигает и не обугливает, вообще, совершенно безвредно и неощутительно. Неудивительно, что спичка осталась невредимой.

Зажечь спичку каплей воды

Этот опыт основан на следующем свойстве дерева. Надломите осторожно спичку так, чтобы обе части оставались связанными некоторыми волокнами. Затем отогните обе половинки спички назад, под очень острым углом (почти до соприкосновения). В сухом состоянии такая спичка сохраняет неизменным острый угол и не стремится выпрямиться. Но стоит капнуть немного воды на место излома, и волокна древесины, напитавшись водою, начнут выпрямляться; обе половинки спички станут взаимно удаляться, пока острый угол между ними не превратится примерно в прямой.

Как же этим свойством воспользоваться, чтобы «зажечь спичку каплей воды»? Секрет, конечно в обстановке опыта. Возле зажженной свечи поставьте бутылку, заткнутую пробкой. С помощью булавки прикрепите к пробке надломанную спичку, как показано на рис. 63-м.

Рис. 63.

Если теперь на место излома пустить каплю воды, спичка начнет

распрямляться, головка ее поднимется, очутится в пламени свечи и зажжется. Капля воды здесь послужила, хоть и косвенно, причиной воспламенения спички. **Живые фигурки**

Способностью согнутых спичек выпрямляться при смачивании можно воспользоваться и для другого интересного опыта. Из плотной бумаги, например из игральных карт, вырежьте части человеческой или какой-либо иной фигуры. Наметьте точки, вокруг которых эти части должны вращаться, и приложите надломанные спички к фигурке так, чтобы вершина острого угла их приходилась как раз в точке вращения. Каплями растопленного сургуча закрепите спички в этом положении. Вы получите целую фигурку, пока еще неподвижную.

Чтобы такую фигурку оживить, заставить ее двигать своими членами, достаточно положить ее на плоскую тарелку и налить тонкий слой воды. Спички начнут распрямляться, увлекая с собою прилепленные к ним части фигуры, и вы увидите, как, например, лошадь или петушок станут медленно поднимать свои ноги. На рис. 64–67 вы видите несколько таких фигурок (со спичками в распрямленном виде).

Рис. 64.

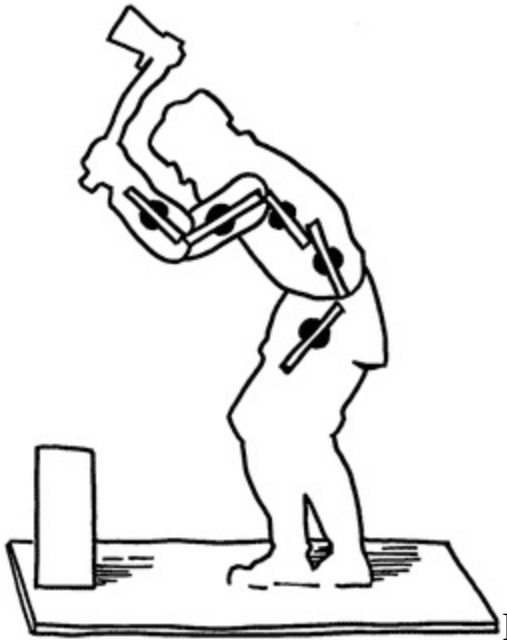


Рис. 65.

Рис. 66.

Рис. 67.

Одну и ту же фигурку можно употребить в дело много раз. Когда спички высохнут, они снова согнутся, фигурки примут первоначальный вид и будут пригодны для повторения опыта. **Юла из спички**

Из тонкого, но плотного (тяжелого) картона вырежьте аккуратно кружок поперечником 4–5 сантиметров. Чем картон плотнее, тем лучше. Проще всего воспользоваться донышком круглой коробочки. Заострите спичку на конце и проткните ее через центр картонного кружка, предварительно проделав отверстие острием циркуля. Кружок должен сидеть примерно в сантиметре (даже меньше) от острого конца спички. Чтобы он не спадал, а держался прочно, капните у центра немного густого клея. Теперь юла готова.

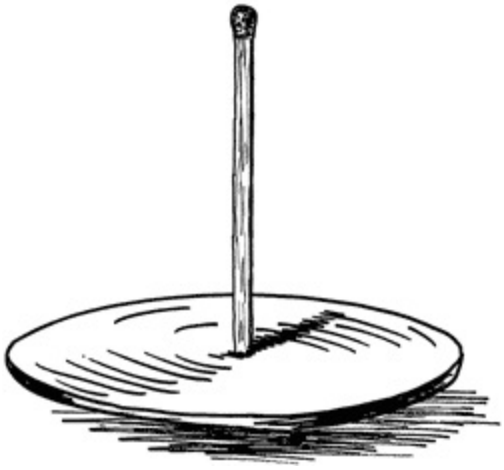


Рис. 68.

Чтобы заставить ее вертеться, закрутите спичку между большим и средним пальцами правой руки и уроните юлу в отвесном положении на

стол или, лучше, на гладкую поверхность перевернутого блюда. Юла будет вращаться достаточно долго, чтобы успеть проделать с нею кое-какие интересные опыты. Можно, например, разделить кружок радиусами на несколько частей и закрасить эти части в различные цвета: при быстром вращении цвета сольются в один смешанный однородный цвет, порою совершенно неожиданного для вас оттенка; так, синий и желтый цвета дают зеленый и т. п. (Ряд разнообразных опытов с подобной юлой описан в моей книжке «Для юных физиков» [29] .)

7. Игрушки из спичек

Здесь мы рассмотрим ряд игрушек, которые вы, при некотором умении мастерить, можете изготовить с помощью спичек для ваших более юных братьев и сестренок. Кроме спичек, для изготовления игрушек понадобится только плотная бумага и пробки, а из инструментов – ножницы, нож и шило. Клею не нужно: конструкция всех игрушек, изображенных на прилагаемых таблицах (стр. 164–167) такова, что они прочно держатся без клея.

Устройство игрушек настолько ясно из рисунков, что едва ли нужны какие-либо пояснения. На таблице I вы видите следующие игрушки: стул, стол, скамью, маленькую этажерку, кровать и круглый столик. На таблице II – клетку, стремянку, саночки, тележку, тачку, дроги. На таблице III – садовую ограду, козла, собаку, человека, свинью.

Таблица IV требует пояснения. На ней изображены части возка – устройство колеса, втулки и оси; самый же возок изображен в левом нижнем углу таблицы. Кузов возка вырезается из табачной коробки по вкусу «конструктора». Затем заготовляют из пробки втулку, в которую втыкают спички-спицы головками вовне в два ряда – как в велосипедном колесе. Для обода колеса берут полоску бумаги и пробивают в ней ряд отверстий на взаимном расстоянии, несколько большем, чем отстоят друг от друга свободные концы спиц-спичек. Продев через отверстие бумажной полоски концы спичек, – для чего полоску надо между спицами волнисто изогнуть, – обтягивают колесо «шиной», тоже из бумажной полоски; чтобы шина не соскальзывала, ее прикрепляют, в промежутках между спицами, к ободу стежком нитки (или приклеивают). В левом верхнем углу показан другой способ изгибания обода. Колесо получается довольно прочное и может, благодаря своей «жесткой» конструкции, выдержать сравнительно большую тяжесть. Под колесом на таблице показано, как устраивается ось; она «коробчатой» конструкции, – из полоски бумаги, изогнутой как легко понять из рассмотрения чертежа. На боковые спички надевают колеса; эти спички надо обстругать кругло в местах соприкосновения их с бумагой, чтобы они лучше вращались. Средние спички служат для увеличения прочности оси и для прикрепления к кузову.

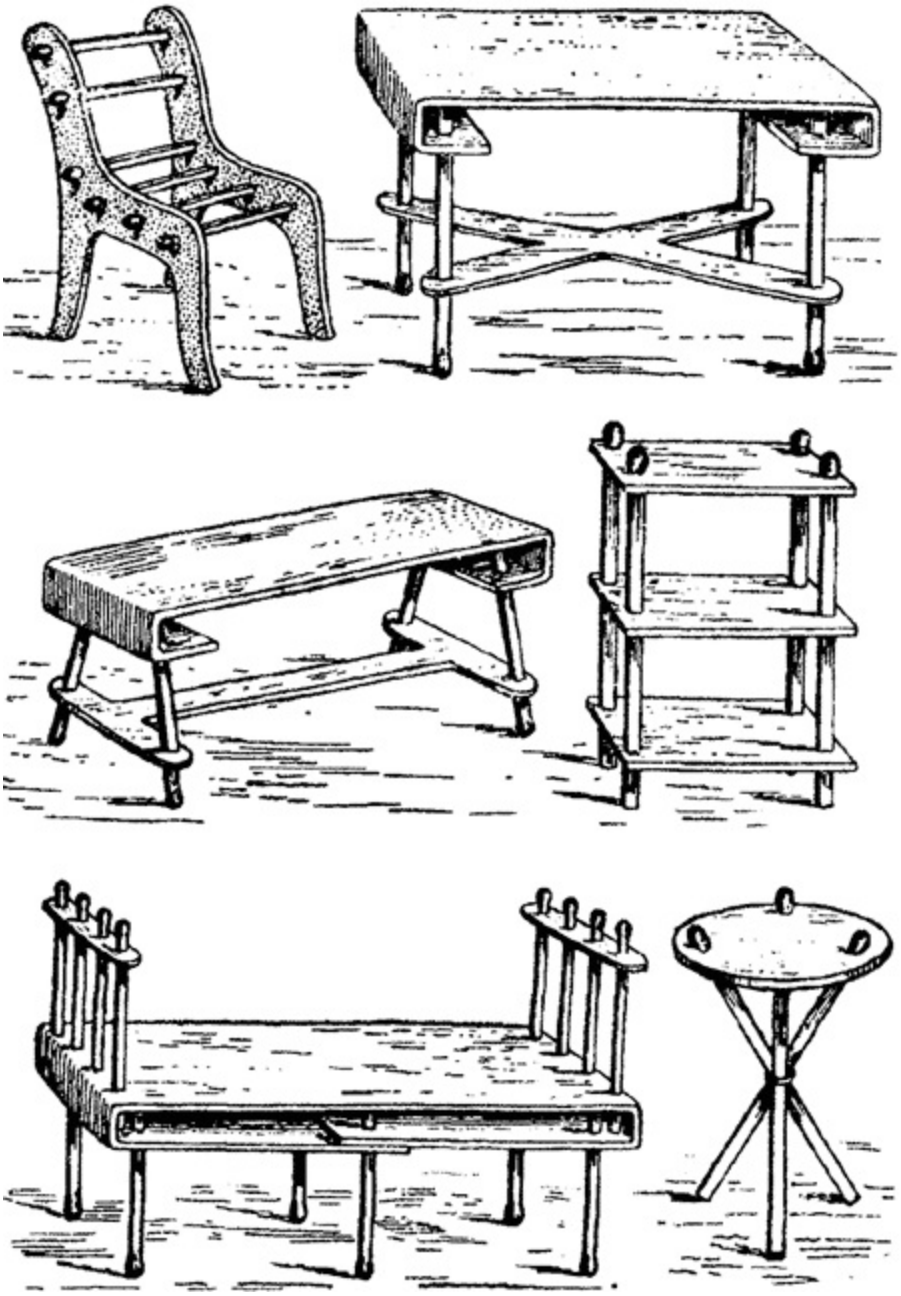
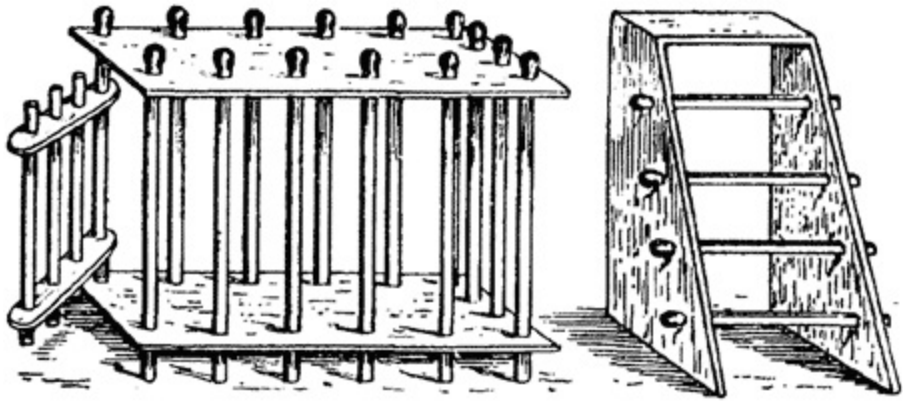
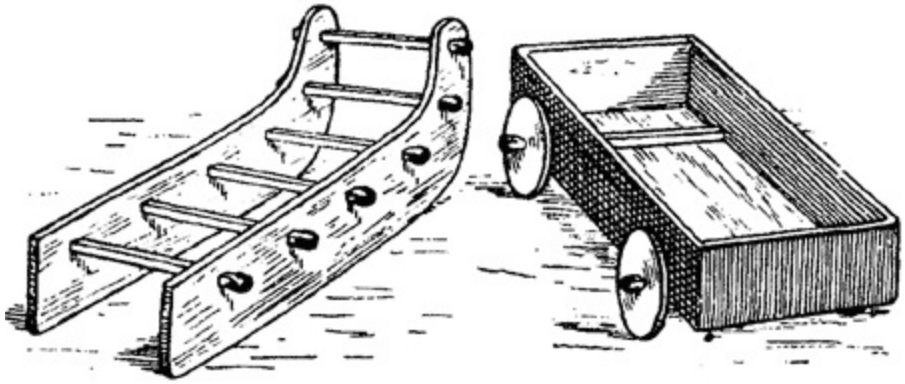


Таблица I.





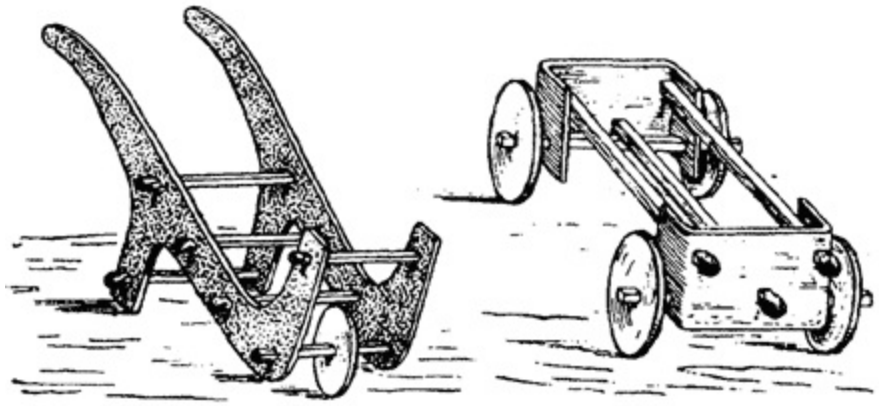


Таблица II.

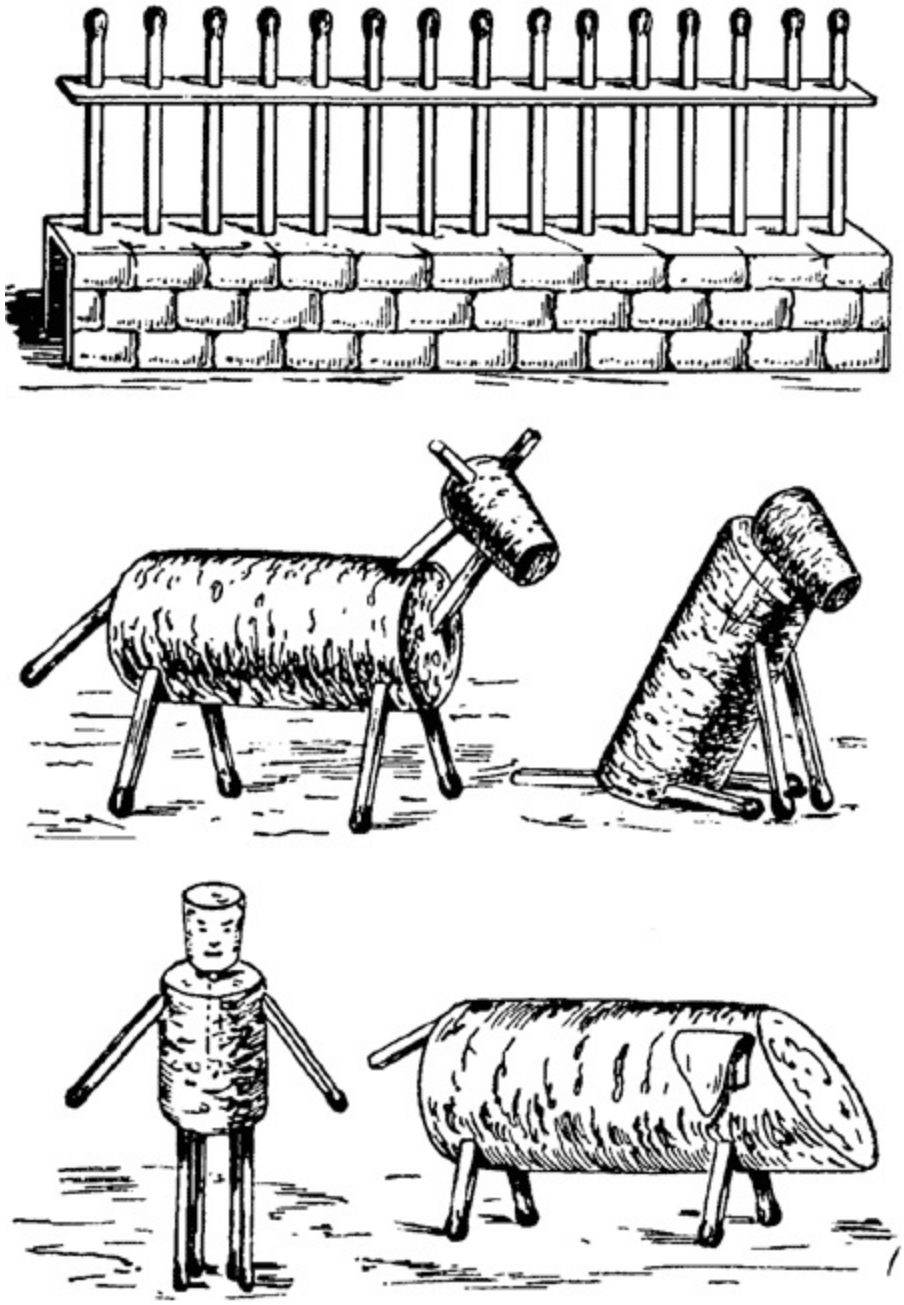


Таблица III.

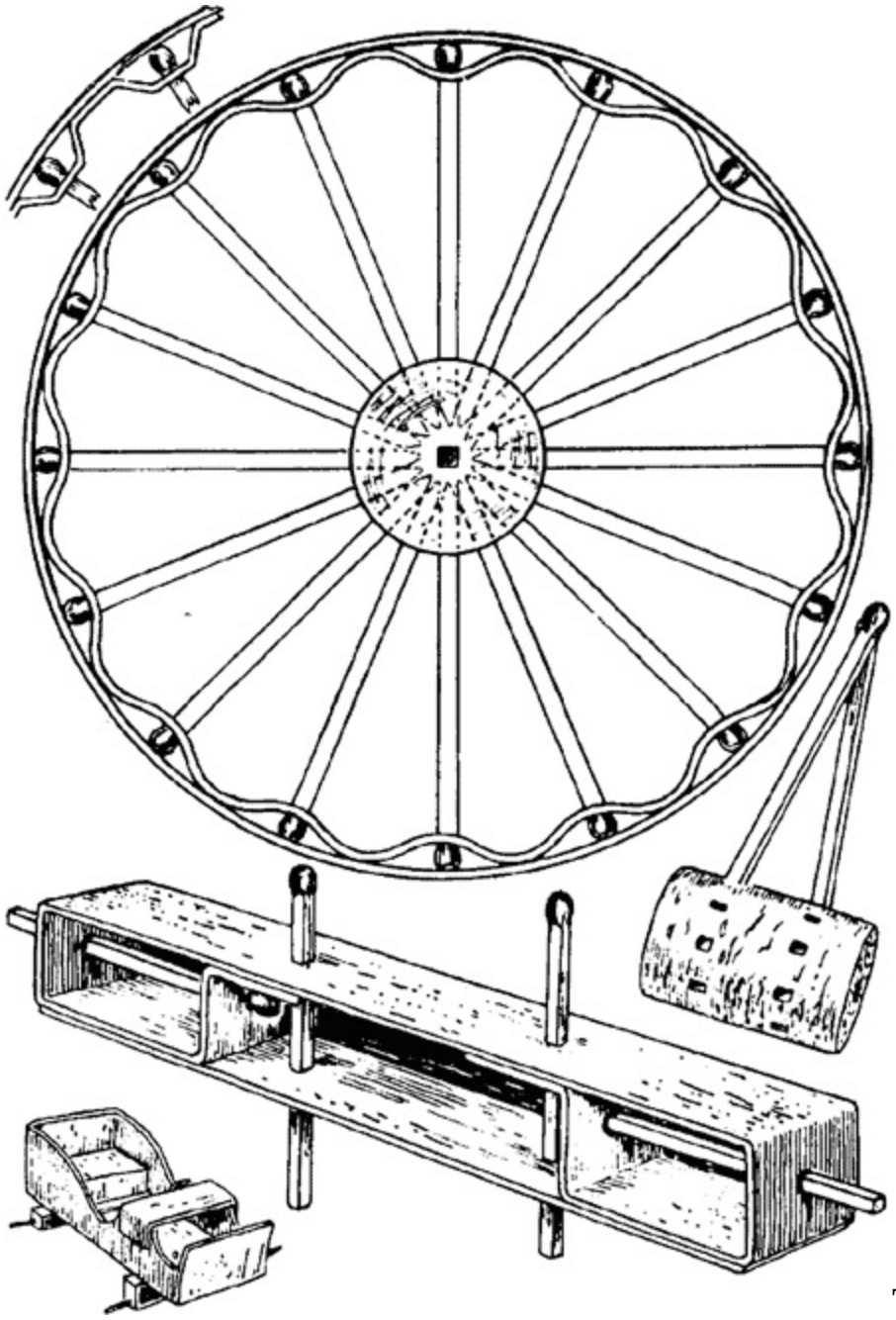


Таблица IV.

По образцу изображенных здесь игрушек читатели, вероятно, придумают сами немало других. Пожелаем им успеха!

8. «Рисование» спичками

Наконец, ради полноты, упомянем и еще об одном роде спичечных развлечений – о «рисовании» спичками.

Те из наших читателей, которые не находят удовольствия в спичечных головоломках или опытах и не имеют охоты мастерить, могут отдохнуть на «рисовании» спичками, которое представляет для иных натур очень занимательное и даже увлекающее занятие.

Какого рода «рисунки» можно выполнять с помощью спичек, видно из приложенных здесь нескольких образчиков, придуманных иллюстратором этой книжки. Сюжеты, как видите, могут быть довольно разнообразны, особенно если не предъявлять слишком строгих требований в смысле сходства с натурой. Здесь и дом (рис. 69), и ворота (рис. 70), и парусная лодка (рис. 71), и лопата, кофейная мельница, фонарь, классная доска (рис. 72). При некотором вкусе и фантазии нетрудно будет, вероятно, выполнить и гораздо больше спичечных «рисунков» подобного типа. Читатели, надеюсь, справятся с этим без дальнейших наставлений.

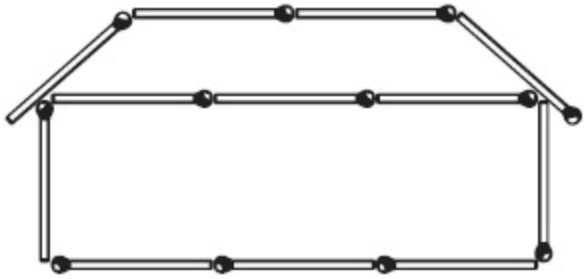


Рис. 69.

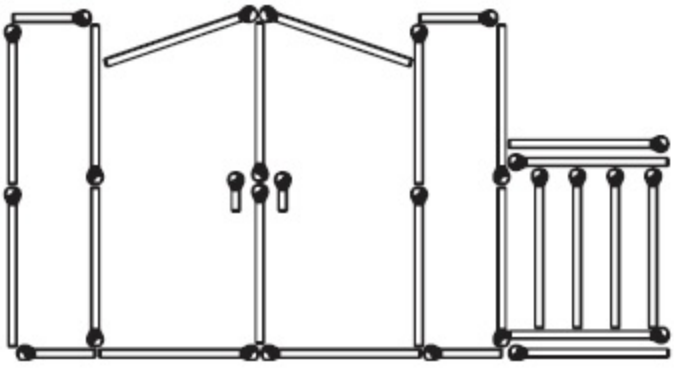


Рис. 70.

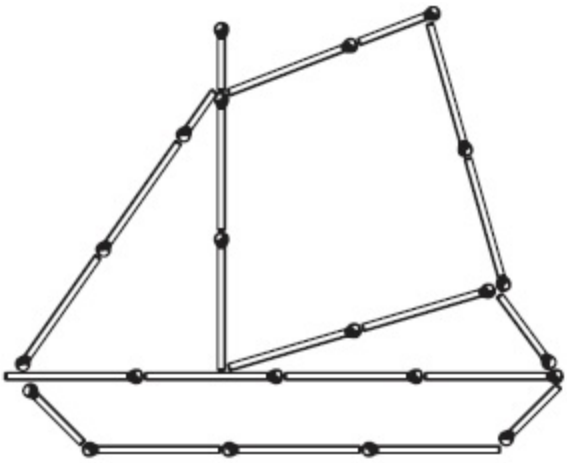


Рис. 71.

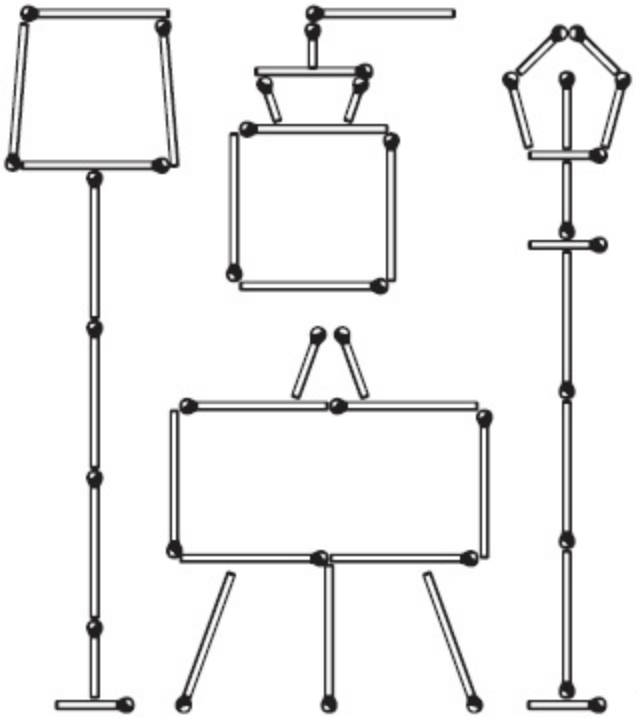


Рис. 72.

Яков Перельман: штрихи к портрету

Проба пера

23 сентября 1899 г. в «Гродненских губернских ведомостях» вышел очерк «По поводу ожидаемого огненного дождя», автор которого подписался двумя буквами – «Я. П.». За парой литер скрывался ученик реального училища, неполных 17 лет от роду, никому тогда не известный, а ныне признанный классик, скажем больше – основоположник жанра занимательной науки, автор более тысячи научно-популярных статей и заметок, более ста книг и брошюр, а также почти двух десятков учебников и учебных пособий Яков Перельман.

Но весь этот внушительный багаж был накоплен Я. И. Перельманом за почти 43-летний стаж творческой работы на поприще популяризации целого ряда наук. А начало ей было положено 23 сентября 1899 г. с выходом в свет упомянутой публикации.

…Всего за несколько месяцев до этого события Якову попалась на глаза книжка некоего магистра Махина. В ней утверждалось, что в ноябре 1899 г. наступит конец света, одним из предзнаменований которого станет «обильное выпадение звезд», предсказанное на конец года учеными мужами. Желая найти объяснение предстоящему небесному явлению, юноша обложился книгами по астрономии и вскоре смог дать ему научное объяснение. Позже ему пришла в голову мысль написать научно-популярный очерк о причинах звездопадов, истории их наблюдений и значении для жителей Земли, а заодно развенчать в статье нелепые выдумки «магистра». Единственным человеком, кому Яков рассказал об этом, была мать, и она поддержала идею сына. Через два месяца очерк был готов, выверен с научной точки зрения и отправлен в редакцию газеты «Гродненские губернские ведомости».

Статья впечатляла эрудированностью автора и достоверностью материала, привлекала читателя доступностью и живостью изложения, а потому читалась с большим интересом. В ней, в частности, отмечалось, что звездопад – явление периодическое, а вызывающий его метеорный поток имеет примечательную особенность: раз в 33 года падающие звезды появляются в таком количестве, что образуют настоящий огненный дождь, еще в древние времена наводивший ужас на народные

массы.

Говорилось также, что человечество наблюдает его с 902 г., трижды в столетие, и последние наблюдения астрономов относятся к 1833 и 1866 гг. Никаких гибельных последствий для людей явление, протекающее в верхних слоях атмосферы, не несет, и «роскошным небесным фейерверком» можно любоваться совершенно безопасно. Дабы избавить читателей от последних сомнений, автор указывал, в какое время и в какой части неба предстоит удивительное природное явление, и давал его подробное описание.

Редакции статья очень понравилась и была опубликована спустя всего два месяца, а ее автору, «господину Я. П.», был выплачен неплохой гонорар – 7 рублей 31 копейка серебром (для сравнения: после смерти мужа его бывший работодатель пожаловал вдове Перельман пенсию в размере 8 рублей в месяц).

«Я. П.» и другие…

Но почему, собственно, «Я. П.»? Зачем начинающему автору вообще понадобился псевдоним? Казалось бы, чего уж тут скромничать? На самом деле причина тому была иной. Нам трудно в это поверить, но по существовавшим в те времена порядкам учащимся и студентам запрещалось печататься в газетах и журналах под угрозой исключения из учебного заведения. Кстати, это объясняет, почему о подготовке статьи не знали даже любимые школьные учителя Якова: Е. Н. Бунимович и А. А. Мазлумов. Так что принятое юношей решение было вынужденным и вполне оправданным.

Впоследствии многие статьи и очерки Перельман подписывал просто и лаконично – «Я. П.». Однако известны и другие псевдонимы автора. Ни много ни мало – целых 11! Об одной из причин их появления уже говорилось. С 1901 г. студент Петербургского Лесного института Яков Перельман начал периодически публиковаться в журнале «Природа и люди», а, став в 1904 г. ответственным секретарем редакции этого издания, с завидной частотой печатал в нем свои материалы. За годы работы в редакции на страницах журнала появилось более пятисот статей, очерков и заметок Я. И. Перельмана, основная часть которых была посвящена самым разным вопросам из области астрономии, физики, математики и техники. Писал он очерки и на «лесные» сюжеты, их названия говорят сами за себя: «Органы чувств у растений», «Почему птицы летят правильным строем?», «Насекомые в янтаре», «Красота в

природе». Так вот, из-за такого обилия публикаций их автору пришлось использовать несколько псевдонимов.

Упомянем лишь некоторые из них: «П. Я-в», «П. Рельман», «Я. Лесной», «П. Сильвестров» (от лат. silvestrum – лесной), «Цифиркин» и даже… «Я. Недымов». Первые два псевдонима, очевидно, производные от имени. Третий и четвертый содержат слово «лесной», что, должно быть, указывает на название оконченного Перельманом института и полученное когда-то звание «лесовод I разряда». А ежели дело обстояло именно так, то надо признать, что Перельман нашел ему весьма оригинальное применение, если учесть, что Яков Исидорович не занимался полученной профессией.

Что касается следующего псевдонима – «Цифиркин», то он прекрасно подходит автору «Занимательной арифметики» и других книг, в которых тот мастерски оперирует сухими цифрами. Перельман знал секрет того, как можно заставить цифры говорить: только путем неожиданного сравнения.

Так, для того, чтобы мы могли составить представление об огромности миллиарда, автор привел следующий наглядный пример:

«В одном кубометре содержится кубических миллиметров ровно миллиард (1000 x 1000 x 1000). Попробуем подсчитать, какой высоты получился бы столб, если бы все эти крошечные миллиметровые кубики были поставлены один на другой. Итог получается поразительный – 1000 километров!»

А дабы мы «прочувствовали», что такое биллион, автор сделал такое сравнение:

«Волос, увеличенный по толщине в биллион раз, был бы раз в 8 шире земного шара, а муха при таком увеличении была бы в 70 раз толще Солнца!»

Как видим, в своих примерах Перельман умело опирался на уже имеющиеся у читателя представления о том, что такое кубометр, миллиметровый куб, каков размер земного шара и т. д., и сколь поразительного эффекта достигал, вызывая у него неподдельное удивление.

Наконец, псевдоним «Я. Недымов» звучит, прямо скажем, неожиданно и может слегка озадачить неподготовленного читателя. Однако как раз причина его появления на свет не вызывает сомнений: дело в том, что под псевдонимом «Осип Дымов» работал в свое время

известный беллетрист и драматург Осип Перельман – старший брат Якова. Так вот, одно время они оба публиковались в журнале «Природа и люди»! Что ж, в чувстве юмора Перельману-младшему, призывавшему не путать его с автором О. Дымовым, не откажешь!

Благодарный ученик

Но вернемся немного назад, к периоду ученичества Перельмана, и вспомним о некоторых из тех, без чьего участия он не стал бы тем самым «доктором занимательных наук», которого все мы знаем.

В училище и в институте любимыми педагогами Якова Перельмана были преподаватели математики (Е. Н. Бунимович и А. С. Домогаров) и физики (А. А. Мазлумов и Д. А. Лачинов), сумевшие привить ему интерес к точным наукам и научившие видеть необычное в обычном. Многое перенял у своих учителей Перельман и всегда вспоминал о них с благодарностью.

*** * ***

Многое из услышанного и увиденного на уроках Е. Н. Бунимовича его талантливый ученик позже перенес в свои книги по занимательной арифметике, алгебре и геометрии, и уже ни одно поколение учителей математики успешно пользуется этим багажом. Числовые загадки египетских пирамид, задача о Диофанте, история вычисления числа? приемы быстрого счета, квадратура круга, трисекция угла, простые способы измерения недоступного расстояния…

*** * ***

Практические задачи, наблюдения и опыты, попытки обобщить полученные результаты и дать им строгое научное объяснение… Так еще в школьные годы закладывался фундамент глубоких знаний, и началось формирование будущего популяризатора науки Якова Перельмана.

Упомянем еще об одном его увлечении. Все свободное от занятий время Яков посвящал чтению, посещая две библиотеки, а также читальню при книжном магазине, куда одних только газет и журналов

доставлялось более 60 (здесь ему однажды и попала в руки та самая брошюра магистра Махина, которая побудила подростка впервые взяться за перо). Читал он много, а главное, систематично. Не последнюю роль в этом сыграла мать, педагог по профессии: она составила обширный список литературы, которую необходимо было освоить в строгой последовательности. Яков даже вел дневник «Прочитанное», куда заносил отзывы на понравившиеся ему книги и цитировал последние. Стоит ли говорить, что среди прочитанного было немало книг научного содержания?

В институте высшую математику и механику преподавал другой любимый наставник Перельмана – молодой профессор А. С. Домогаров. Это был настоящий знаток своего предмета и прекрасный педагог, во многом напоминавший Якову своего коллегу и «предшественника» Бунимовича.

*** * ***

Как педагог он поощрял студентов, которые не ограничивались в постижении его предмета одним учебником, а привлекали дополнительные источники, в том числе по истории науки. К таким студентам относился и Яков Перельман. Профессор Домогаров считал, что после института тому следует остаться на кафедре математики. Однако к этому времени Перельман приобрел определенный авторский и редакторский опыт и всерьез думал о карьере журналиста, а потому отказался от лестного предложения, как, впрочем, и от других заманчивых предложений. И, как показало время, сделала правильный выбор.

У истоков новых изданий

Многие слышали, что Яков Исидорович как автор сотрудничал со многими изданиями, среди которых упомянем такие знакомые современному читателю журналы, как «Знание – сила» и «Техника – молодежи». Менее известно, что Перельману обязаны появлением на свет сразу два издания: сборник рассказов и повестей «Мир приключений» и журнал «В мастерской природы».

Сборник «Мир приключений» выпускался в качестве приложения к журналу «Природа и люди». По задумке Я. И. Перельмана его основу

составляли лучшие произведения зарубежных мастеров приключенческого, детективного и научно-фантастического жанров, в частности таких известных авторов, как Л. Буссенар, А. Конан Дойль, Э. По и Г. Уэллс. Работа Перельмана состояла в отборе подходящих сочинений и редактировании их переводов, кое-что он переводил сам. Первый сборник появился в 1910 г. и имел огромный успех, позволивший выходить приложению еще почти десятилетие после закрытия журнала, вплоть до 1928 г.

В 1919 г., вскоре после закрытия журнала «Природа и люди», по предложению Якова Исидоровича начал издаваться первый отечественный научно-популярный журнал «В мастерской природы», а сам Перельман вошел в состав редколлегии. Новое издание было призвано воспитывать у читателей любознательность и интерес к активному изучению природы, руководить их научной самодеятельностью в области естествознания, наполнять досуг полезными занятиями и образовательными увлечениями. Отметим, что среди его авторов были видные отечественные ученые: К. Э. Циолковский, Н. А. Морозов, Н. А. Рынин, А. Е. Ферсман и др. Более полутора сотен статей и заметок написал для журнала сам Яков Исидорович, проработавший в нем до 1929 г.

На ниве просвещения

Вообще начало 1920-х гг. отмечено в жизни Перельмана плодотворной научно-педагогической деятельностью и написанием по заданию Наркомпроса РСФСР учебных пособий по математике и физике для школы. Это был сложный период, когда ощущалась острая нужда в квалифицированных кадрах, а новых учебников, соответствующих времени и произошедшим в стране переменам, почти не было.

В своих пособиях Я. И. Перельман, учитывая специфику читательской аудитории, старался представить материал наглядно и доходчиво, сделать научные истины убедительными и в то же время легко запоминающимися. Этих же принципов он придерживался, преподавая в 1918–1923 гг. математику и физику в различных учебных заведениях. Приобретенный педагогический опыт вскоре очень пригодился Перельману как автору серии книг по занимательным наукам.

Секреты мастера

Популяризацией науки задолго до Перельмана занимались многие авторы – ученые и литераторы; первые общедоступные сочинения такого рода появились еще в середине XVI в. Но Я. И. Перельман достиг в этом деле огромного мастерства, сумев точно «нащупать» его секреты и выработать собственный неповторимый стиль изложения. Когда однажды Перельмана спросили о предшественниках, тот ответил: я многому научился у них, но пишу не так, как они.

А все потому, что автор сохранил в себе способность удивляться и подмечать в обыденных вещах и явлениях то, чего не видит (а если и видит, то проходит мимо, не останавливаясь) большинство людей, и обладал редким даром увлекательно рассказывать об этом другим. Яркое и образное изложение, отточенный и ясный слог, неожиданные повороты мысли, проникновение в самую суть явлений, отсутствие каких бы то ни было назиданий, доверительная беседа с уважаемым читателем – все это составляющие особого перельмановского стиля.

Поставив перед собой однажды очень трудную задачу – сделать строгое научное изложение интересным, доступным и наглядным, – Перельман прекрасно с ней справился, памятуя, должно быть, об услышанном когда-то от Е. Н. Бунимовича высказывании Блеза Паскаля – «Предмет математики настолько серьезен, что полезно, не упуская случая, сделать его немного занимательным».

Яков Исидорович Перельман разработал собственную методику, позволившую ему в ясной и занятной форме знакомить читателя с интересными научными фактами. Некоторое представление о его взглядах можно составить, прочитав авторские предисловия к книгам. Более подробно он писал об этом в 1939 г. в статье «Что такое занимательная наука». В ней Перельман также раскрыл секрет популярности и неувядаемости своих книг и дал нам ключ к пониманию сути собственного творческого метода.

Характеризуя занимательную науку как одно из направлений в популяризации знаний, Я. И. Перельман отмечал, что развлекательный элемент в ней призван «забаву ставить на службу обучению». Она не берется популяризировать все на свете, а сосредотачивает внимание в первую очередь на основах науки и восполняет пробелы школьного образования. Дальнейшее назначение занимательной науки состоит в том, чтобы углубить и оживить уже имеющиеся у учащихся знания, научить сознательно распоряжаться ими и побудить к разностороннему

их применению. Но разве не об этом так много говорят и пишут современные методисты? Не к этому ли призывают стремиться учителя математики?

В сущности, специфика жанра занимательной науки, а также работы самого автора-популяризатора отражена в ответах Перельмана на следующие ключевые вопросы.

Какую цель преследует автор?

Преодолеть косность рутинного мышления и разбудить работу мысли читателя.

Каким образом?

Подстрекая его любознательность и обостряя интерес, ибо там, где присутствует интерес, широко открыты врата для новых восприятий, новых знаний.

Заметим, что в столь сложном и ответственном деле Перельман, по собственному признанию, «руководствовался той психологической аксиомой, что интерес к предмету повышает внимание, облегчает понимание и, следовательно, способствует более сознательному и прочному усвоению».

Что для этого нужно сделать?

Для начала – привлечь внимание к хорошо известным предметам. Затем показать их в новом свете, раскрыть незнакомые стороны, продолжая при этом удерживать внимание читателя (а это куда сложнее, чем его завоевать!), иначе все усилия пропадут даром, как бы увлекательна ни была сама по себе излагаемая тема.

С помощью каких приемов это достигается?

Их более десятка. В частности, к приемам занимательной науки, подходящим при изложении вопросов математики, можно отнести:

• использование неожиданных сопоставлений;

• привлечение примеров и задач из художественной литературы, легенд и сказаний;

• экскурсы в область истории науки;

• использование математических игр, фокусов, головоломок и других развлечений;

• обсуждение житейских ситуаций;

• приведение примеров применения математики в цирке, кино и т. д.

Кунсткамера занимательных наук

Рассказывая о Якове Исидоровиче Перельмане, нельзя не упомянуть еще об одном интересном его начинании, о замечательном детище мастера – «Доме занимательной науки», который открылся в Ленинграде 15 октября 1935 г. Так назывался культурно-просветительский центр, созданный по инициативе Перельмана с целью пропаганды естественно-научных и технических знаний. Фактически это была попытка «овеществления» занимательной науки и создания ее своеобразной кунсткамеры.

В четырех отделах: астрономии, математики, физики и географии – располагалось несколько сотен различных экспонатов (многие – действующие), макетов, приборов, схем и т. п. К сожалению, все они погибли во время блокады, сохранились лишь описания некоторых экспонатов.

Так вот, этот уникальный в своем роде музей очень быстро стал любимым местом ленинградских школьников, а книга отзывов была полна восторженных записей юных посетителей. И совсем неудивительно!

Во-первых, там ребят в увлекательной форме знакомили с достижениями науки и техники, о которых упоминал Перельман. Большинство выставленных в этом центре экспонатов словно сошли со страниц его книг и обрели самостоятельное существование. Более того, со многими экспонатами дети встречались в школе: слышали о них от учителя или читали в учебнике. Вот только почему-то учитель рассказывал иначе, и в книге было написано совсем по-другому…

Во-вторых, в залах «Дома» не было табличек с предупреждениями вроде «Руками не трогать!», напротив, надписи гласили «Трогайте!». Как-то один из сотрудников заведения посетовал: «От рук школьников экспонаты часто выходят из строя!» Перельман утешил его: «Это же очень хорошо, что ломают! Стало быть, интерес к экспонату не угасает. Если перестанут ломать, значит, он перестал впечатлять. Делайте экспонаты рукоупорными, вот и все!»

В-третьих, экскурсовод часто задавал школьникам разные замысловатые вопросы или предлагал самим объяснить какое-то явление. А зал математики вообще был превращен в поле для самостоятельной работы. В нем размещалось около 80 крупных экспонатов, более 100 озадачивавших посетителей математических игр, головоломок, приборов и таблиц. Заглянем в зал хотя бы на пару минут.

Входом в него служила дверь, оформленная в виде переплета знаменитой «Арифметики» Л. Магницкого. Ряд стендов был посвящен известным математическим задачам. Так, сразу за входной дверью располагалось красочное панно с иллюстрацией к древнеиндусской задаче о лотосе («Над озером тихим, с полфута над водой высился лотоса цвет…») – озеро, лотосы, рыбак в лодке, простирающий руку к цветку… Тут же приводилось ее геометрическое решение.

По всему залу размещались «отгадчики», которые после несложных манипуляций могли правильно назвать ваше имя, возраст и даже фамилию любимого писателя. Были здесь и экспонаты «с подвохом». Например, на столе стояли в равновесии весы: на одной чашке лежал кирпич, а на другой – полкирпича и килограммовая гиря. Рядом красовалась табличка с надписью «Кирпич весит килограмм и еще полкирпича. Сколько весит кирпич?». Прочитав вопрос, многие посетители, не задумываясь, восклицали: «Полтора килограмма!» И, конечно, ошибались.

А какой удивительный потолок был в этом зале! Темно-синего цвета, весь усыпанный небольшими желтыми кружками, а означал он… один миллион – наглядный и осязаемый, состоящий из отдельных единиц (кружков). Или вот совершенно иная, не менее оригинальная, иллюстрация миллиона. На одном из стендов висел увеличенный листок календаря с датой 15 октября 1935 г., надпись рядом гласила – «От начала нашей эры до открытия Дома занимательной науки не прошло еще одного миллиона дней». Впечатляет! Как и остальные неожиданные иллюстрации к числам-великанам и числам-карликам из «Занимательной арифметики».

Под потолком тянулся гипсовый фриз из первых 707 цифр, входящих в запись числа?. Тут же на полу лежали разлинованные квадратные листы картона. Школьники с завидным упорством бросали на них иголки, подсчитывали количество пересечений иголок с линиями на картоне, делили на него число бросков и получали в частном число?. Вот так интересно проходило знакомство со знаменитой задачей Жоржа Бюффона.

И подобных достопримечательностей в зале математики были десятки! Экспозиция отлично справлялась со своей задачей: скучная, по мнению многих, наука приобретала здесь все новых и новых почитателей.

* * *

Можно лишь догадываться, как выглядел бы «Дом занимательной науки» XXI века, с какими новейшими научными достижениями и технологиями и на каком высоком техническом уровне знакомил бы современных школьников…

* * *

Однако закончим наш рассказ. Чем же занимался в «Доме занимательной науки» сам Перельман?

Во-первых, он был бессменным научным руководителем центра. Вскоре после открытия сотрудники «Дома» стали «экспортировать» занимательную науку: помогали устраивать аналогичные уголки в районных домах пионеров, читали лекции в школах, воинских частях и на предприятиях. А еще в самом центре работало несколько десятков кружков, регулярно проводились олимпиады, конкурсы и диспуты.

Во-вторых, дважды в неделю Перельман принимал посетителей, приходивших за консультацией по самым разным вопросам. Кто только не переступал порог его кабинета: рабочие, изобретатели, врачи, учителя, военные, артисты… и, конечно, школьники!

В-третьих, Яков Исидорович не изменил своей любимой профессии: он был составителем и редактором серии научнопопулярных брошюр, выпускавшихся «Домом» и служивших дополнением основной экспозиции.

* * *

Всего было издано 30 брошюр (карманного формата, по 10–16 страниц) тиражом от 30 до 200 тысяч каждая.

Остается заметить, что за шесть лет существования центр посетили более полумиллиона человек.

«Уважаемый профессор Перельман!»

И наконец, добавим еще один штрих к портрету мастера, бесконечно преданного любимому делу и своему читателю.

Как известно, Яков Исидорович Перельман не сделал никаких научных открытий или изобретений, не имел каких-либо ученых степеней и званий. Так ведь не в них писательское счастье, не они приносят автору известность, читательскую любовь и благодарность! За высокий профессионализм и верность Перельмана науке, за умение дарить людям радость от общения с ней этого человека уважали и ценили и ученые мужи, и простые рабочие.

Обычно в предисловии к своим книгам Яков Исидорович указывал домашний адрес, на который мог прислать письмо любой читатель. Ежемесячно Перельман получал десятки писем с вопросами от людей самого разного возраста и рода деятельности, а нередко с приглашениями выступить перед трудящимися – от коллективов различных предприятий. И вот что интересно: обращаясь к автору, читатели часто называли его не иначе как «профессор Перельман». В их глазах тот давно заслужил это почетное звание.

На какие только вопросы не приходилось отвечать Перельману! Так, обыкновенный школьник интересовался принципами реактивного движения и устройством ракеты К. Э. Циолковского. Хирурги просили сообщить, какая марля быстрее останавливает кровотечение из ран: с мелкой сеткой или с крупной? Автор научного труда по гидравлике консультировался о причинах шумов в трубопроводе. А одна домохозяйка непременно хотела знать, как правильно замазывать окна на зиму – обе рамы или одну? И каждый из них считал Перельмана знатоком в интересовавшем их деле и доверял ему как большому специалисту.

Однажды на вопрос, не опасается ли он потока читательских писем, Яков Исидорович ответил: «Я жду этого потока! Плохо, очень плохо, если он иссякнет. Стало быть, меня перестали читать… Это было бы ужасно!» Время показало, что опасения «профессора Перельмана» были совершенно напрасными. Его читали, читают и еще долго будут читать!

*** * ***

Наталья Карпушина.
Выдежки из статьи.
По материалам электронной библиотеки http://n-t.ru

Примечания

1

В отличие от составленной мною «Занимательной физики», которая предназначена для несколько подготовленного читателя, эта книжка не предполагает никаких предварительных познаний.

2

Детская игрушка – волчок (устар.). – *Прим. ред.*

3

Такой бумаги теперь, пожалуй, готовой не купить. Приготовить ее самому можно так: толстую бумагу намазывают клеем и на нее насыпают слой толченого стекла; когда клей высохнет, стеклянные осколки будут прочно держаться на бумаге. От степени крупности или мелкости стеклянного порошка зависит, годится ли «шкурка» для грубых или для более тонких работ.

4

Очень полезно и совсем нетрудно приучиться – рядом упражнений – считать про себя: один, два, три и т. д. так, чтобы на каждое число уходила ровно секунда (лучше произносить так: один, и два, и три, и четыре…»). Тогда для измерения малых промежутков времени можно будет обходиться без часов.

5

Или – в мерах метрических – с силою одного килограмма на каждый квадратный сантиметр.

6

Теоретически, бумажка должна держаться, даже если бы стакан имел 10 метров в высоту, и только при большей высоте водяного столба она должна отпасть.

7

Фитиль. – *Прим. ред.* 52

8

Мера длины в России с 16 в., равна 16 вершкам (71,12 см). – *Прим. ред.*

9

Единица массы в системе русских мер, равная 0,40951241 кг, или 1/40 пуда, или 32 лотам, или 96 золотникам, или 9216 долям. – *Прим. ред.*

10

Русская мера длины, равная 500 саженям (1,0668 км). – *Прим. ред.*

11

Русская мера длины = 3 аршинам = 7 футам = 2,1336 м. – *Прим. ред.*

12

Этим объясняется тот общеизвестный факт, что в театре шепот нашего соседа заглушает для вас громкий голос актера на сцене. Если сцена находится от вас всего в 10 раз дальше, чем сосед, то голос актера ослабевает в 100 раз по сравнению с тем, каким вы слышали бы его, если бы тот же звук исходил из уст вашего соседа. Не удивительно, что для вас он тише шепота. По той же причине так важно, чтобы ученики сохраняли тишину в классе во время объяснений учителя: слова учителя достигают до учеников (особенно далеко сидящих) настолько ослабленными, что даже тихий шепот близкого соседа по парте совершенно заглушает их.

13

Из очерета, т. е. камыша, тростника. – *Прим. ред.*

14

В моей книжке «Обманы зрения» собрано шестьдесят образчиков различных зрительных иллюзий.

15

Речь, видимо, идет о первой мировой войне 1914 г. – *Прим. ред.*

16

Остатки колосьев, стеблей и т. п. отходы при молотьбе. – *Прим. ред.*

17

В превосходной книжечке «Уроки по электричеству», которую горячо советую прочесть юным любителям физики. Она имеется в русском переводе.

18

Упругое вещество, сходное с каучуком. – *Прим. ред.*

19

Интересующиеся могут приобрести их самостоятельно хотя бы по упомянутой выше общепонятной книжке Тиндаля «Уроки по электричеству».

20

Подробнее об этом – см. мою книжку «Метрическая система.

Справочник для всех».

21

Если бы вы пожелали пополнить свою маленькую «палату мер» также и единицами *веса*, то, за неимением гирь, могли бы обойтись *монетами*. Особенно удобны для этого полтинники: они весят ровно по 10 граммов – это их обязательный узаконенный вес. Но, конечно, это будет уже довольно дорогое оборудование нашей спичечной палаты мер, гораздо более дорогое, чем сама «палата».

22

Из той же книжечки Тромгольда мною заимствованы, в измененном виде, и кое-какие другие спичечные развлечения.

23

Число называется «кратным» другому числу, если делится на него без остатка. Например, число 18 кратно 6, число 35 кратно 7, число 100 кратно 25.

24

Существуют две системы наименований весьма больших чисел: одна употребляется преимущественно в коммерческих расчетах, другая – в научных вычислениях. Например, биллионом многие называют не миллион миллионов, а тысячу миллионов; миллион же миллионов называют триллионом (подробнее об этом см. мою книгу «Занимательная арифметика», где описано также несколько особых арифметических фокусов со спичками).

25

Имеется в виду периметр. – *Прим. ред.*

26

Подробнее о вопросах этого рода – см. в моей книге «Занимательная геометрия на вольном воздухе и дома».

27

Правда, вес булавки уменьшается под водою на 1/8 долю (материал булавки, железо, в 8 раз тяжелее воды), – но это не имеет здесь существенного значения, так как булавка остается все же примерно в 1 1/4 раза тяжелее спички.

28

Опыт удается и в том случае, если тереть бумагу на печке прямо ладонью руки (сухой). С наэлектризованным таким образом листом газетной бумаги можно произвести целый ряд интересных и

поучительных опытов (они описаны в моей книжечке «Газетный лист»).

29

См. стр. 14–19 настоящей книги. – *Прим. ред.*